



João Ricardo Morgado Martins

Mestre em Eng. Civil

***Lean Construction* na Construção e
Engenharia Portuguesas – Oportunidades
e Desafios Para os Donos de Obra**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Orientador: Nuno Miguel Cachadinha, Professor Doutor,
Faculdade de Ciência e Tecnologia – Universidade Nova de
Lisboa

Júri

Presidente: Professor Doutor João Bento Leal

Arguente: Professor Doutor Luís Neves

***Lean Construction* na Construção e Engenharia Portuguesas – Oportunidades e Desafios Para os Donos de Obra**

Indicação dos direitos de cópia

©2011 – All rights reserved. João Ricardo Morgado Martins.

Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciência e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou em forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao seu autor e editor.

Copyright

©2011 – All rights reserved. João Ricardo Morgado Martins.

Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa.

Faculdade de Ciência e Tecnologia and Universidade Nova de Lisboa have the perpetual right with no geographical boundaries, to archive and publish this dissertation through printed copies reproduced on paper or digital form or by any means known or to be invented, and to divulge through scientific repositories and admit your copy and distribution for educational purposes or research, not commercial, as long as the credit is given to the author and editor.

Agradecimentos

Ao finalizar esta dissertação de mestrado, resta-me registar os meus sinceros agradecimentos a todas as individualidades que de várias formas contribuíram para a sua realização.

Ao Professor Doutor Nuno Miguel Cachadinha, orientador da dissertação, agradeço todo o seu apoio, disponibilidade, motivação e exigência que sempre demonstrou ao longo do trabalho.

À Professora Doutora Catarina Marques, do ISCTE, por toda a sua disponibilidade e apoio prestado durante a parte estatística deste trabalho.

A todos os profissionais que acederam a participar neste estudo. Só com a sua disponibilidade, interesse e a sua vontade de contribuir foi possível a elaboração deste trabalho.

A todos os meus colegas do grupo de mestrado, pelo espírito de entreaajuda demonstrado ao longo de todas as reuniões, pela motivação e disponibilidade em esclarecer qualquer tipo de dúvidas semana após semana. Destaco particularmente o Pedro Madeira, pela cooperação ao longo destes meses de trabalho.

A todos os meus amigos, pela amizade, compreensão e ajuda que sempre demonstraram. Destaco particularmente a Andreia Caeiro e Joana Ribeiro de Sousa pela sua preciosa ajuda na formatação deste trabalho.

À minha mãe e aos meus avôs por todo o estímulo, apoio e confiança que sempre demonstraram.

Resumo

A *Lean Construction* (LC) está em crescimento um pouco por todo o mundo, mas Portugal encontra-se algo atrasado na aplicação deste novo paradigma da construção mundial. Apenas algumas empresas portuguesas estão a testar e aplicar técnicas *Lean Construction* e a grande maioria do sector parece não conhecer os potenciais benefícios que esta metodologia pode conter. O objectivo desta dissertação é a identificação dos principais motivos de desperdícios na construção portuguesa, na perspectiva dos donos de obra, nomeadamente na identificação dos motivos de atrasos mais condicionantes durante a fase de concepção do projeto e preparação de concurso, fase de concurso e fase de preparação e acompanhamento de obra.

Numa fase posterior tenta perceber-se como o uso de técnicas *Lean Construction* pode mitigar os efeitos dessas causas e potenciar a criação de valor para o dono de obra.

O trabalho tem por base entrevistas realizadas a um grupo de Donos de Obra (DO) Privados propensos à inovação (8), a um grupo de proeminentes Gabinetes de Projeto (13) e a resposta a um inquérito de um grupo de Donos de Obra Públicos (10) com grande investimento em infra-estruturas municipais nos últimos anos.

O estudo mostra que muitos problemas têm origem nas fases iniciais do projeto, com directa influência dos donos de obra. Tal compromete a criação de valor para os mesmos, reflectindo-se mais tarde nas fases de concurso e construção, com onerosos custos para estes. Espera-se que este trabalho possa contribuir para a difusão dos conceitos e metodologias *Lean* entre a Indústria, e que crie consciência nos donos de obra da importância do seu papel na adopção de novas metodologias e na criação de valor que a *Lean* propõe.

Palavras-Chave: *Lean Construction*, Desperdícios, Atrasos, Donos de Obra, Portugal.

Abstract

Evaluating the potential benefits and challenges of LC adoption in the Portuguese Construction Industry the owner and designer's perspective

As Lean Construction steadily grows all over the world, not much is heard about practical efforts to bring about this paradigm to the Portuguese Construction sector. Only a few Portuguese companies are testing LC methods, and most of the sector still seems unaware of their potential. Because LC has been embraced in other countries for its positive, cost-effective results, it is assumed that it can also greatly contribute to the Portuguese construction sector. This work thus intends to analyze the ways in which LC can be beneficial in the Portuguese context from the owner and designer's perspective.

The main purpose of this article is to understand what are the most important reasons for delays in contracts. The work is based on in-depth interviews made to private owners (8 responses) and design firms (13 responses), and a questionnaire mailed to public owners (10 responses).

The results obtained indicate that the origin of the problems, which are sometimes only detected and dealt with during the procurement and production phase, has its roots far back in the in the Design Phase. Through these findings, this work seeks to foster the acceptance and use of LC by revealing its benefits and associated challenges to the Portuguese construction sector, and to demonstrate key role that owners have in the adoption in these methods and principles.

Índice

1. INTRODUÇÃO.....	- 1 -
1.1. Questão de estudo	- 2 -
1.2. Objecto	- 2 -
1.3. Justificação.....	- 2 -
1.4. Âmbito	- 3 -
1.5. Análise geral da metodologia	- 3 -
1.6. Estrutura da dissertação.....	- 4 -
1.7. Limitações do estudo	- 5 -
2. ESTADO DO CONHECIMENTO	- 7 -
2.1. Introdução à teoria de produção <i>Lean Construction</i>	- 8 -
2.1.1. Contexto histórico da génese da teoria de produção <i>Lean</i>	- 8 -
2.1.2. <i>Lean Production</i>	- 9 -
2.1.3. <i>Lean Thinking</i>	- 10 -
2.1.4. <i>Lean Construction</i> – Princípios-chave.....	- 12 -
2.1.5. <i>Lean Construction</i>	- 15 -
2.2. Implementação das metodologias <i>Lean Construction</i>	- 26 -
2.2.2. Concursos e Contratos	- 28 -
2.2.3. Concepção do projeto (<i>design</i>).....	- 42 -
2.2.4. Técnicas e ferramentas para aplicação de <i>Lean</i>	- 53 -
2.2.5. Gestão de Informação <i>Lean</i>	- 56 -
2.2.6. Estratégias para melhorar a construção.....	- 56 -
2.2.7. <i>Lean Project Delivery System</i>	- 61 -
2.2.8. Barreiras e obstáculos à implementação	- 62 -
3. METODOLOGIA.....	- 65 -
3.1. Revisão bibliográfica	- 65 -
3.2. Definição do universo	- 66 -
3.3. Elaboração do questionário	- 70 -
3.4. Recolha de dados	- 74 -
3.5. Análise da informação.....	- 75 -
3.6. Limitações do estudo	- 76 -
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	- 77 -
4.1. Análise da metodologia proposta.....	- 77 -
4.2. Caracterização das entidades e profissionais participantes no estudo	- 79 -
4.2.1. Perfil das entidades participantes.....	- 79 -
4.2.2. Perfil dos respondentes.....	- 80 -
4.3. Fase de concepção do projeto e preparação de concurso.....	- 82 -
4.3.1. Análise e discussão dos dados da fase de concepção do projeto e preparação do concurso.....	- 82 -
4.4. Fase de concurso.....	- 92 -
4.4.1. Análise e discussão dos dados da fase de concurso.....	- 92 -
4.5. Fase de preparação e acompanhamento de obra.....	- 102 -
4.5.1. Análise e discussão dos dados da fase de preparação e acompanhamento de obra....	- 102 -
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	- 119 -
5.1. Fase de projeto e preparação de concurso	- 119 -
5.2. Fase de concurso.....	- 120 -
5.3. Fase de preparação e acompanhamento de obra	- 120 -

5.4 Recomendações para pesquisa futura	- 122 -
BIBLIOGRAFIA.....	- 123 -
ANEXOS.....	- 131 -

Índice de Quadros

Quadro 1 - Valor potencial de infra-estruturas médicas e escolas (Mossman, Ballard e Pasquire, 2010)-	12 -
Quadro 2 - Relação entre a abordagem tradicional e a abordagem <i>Lean Construction</i> – (Kim e Park 2006)	19 -
Quadro 3 - Teoria de produção TFV (Koskela et al., 2002).....	20 -
Quadro 4 - Estudos sobre atrasos na construção.....	23 -
Quadro 5 - Caracterização dos erros por omissão dos documentos do projeto (Love et al 2009)	25 -
Quadro 6 - Conceptualização da teoria TFV no <i>design</i> (Koskela et al., 2002)	43 -
Quadro 7 - Soluções para assegurar o progresso da concepção do projeto apesar da falta de dados de entrada (dados <i>input</i>) (Koskela et al., 1997)	45 -
Quadro 8 - Exemplos de ferramentas <i>Lean</i> já implementadas na construção e sugestões para uma aplicação mais ampla e integrada para o sector (Picchi e Granja, 2004)	53 -
Quadro 9 - Acções a tomar em direcção à gestão Lean (Árbos, 2002)	60 -
Quadro 10 – Justificação do guião de entrevista e questionário com base no modelo conceptual adoptado	71 -
Quadro 11 – Divisão por grupos dos atrasos analisados na Fase de Preparação e Acompanhamento de Obra (segundo o método seguido por Assaf e Al-Hejji, 2006)	73 -
Quadro 12 – Resposta à pergunta: Os Donos de Obra recorrem aos serviços do mesmo gabinete de projeto para as suas várias empreitadas?.....	91 -
Quadro 13 - Análise das causas de atrasos durante a fase de concepção do projeto e concurso, na óptica dos donos de obra privados	92 -
Quadro 14 - Análise das causas de atrasos durante a fase de concepção do projeto e concurso, na óptica dos donos de obra públicos	93 -
Quadro 15 - Análise das causas de atrasos durante a fase de concepção do projeto e concurso, na óptica dos projetistas.....	93 -
Quadro 16 - Resumo das causas mais importantes de atrasos nas fases de concepção do projeto e concurso – Comparação entre grupos	94 -
Quadro 17 - Número de dias para preparar a resposta a um pedido de informação/esclarecimento (RFI) durante a fase de concurso	100 -
Quadro 18 - Percentagem de pedidos de esclarecimento (RFI's) não esclarecidos à primeira	100 -
Quadro 19 - Análise da frequência da realização de reuniões de team building	102 -
Quadro 20 - Métodos de controlo de projeto utilizados	103 -
Quadro 21 - Análise das causas de atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra, na óptica dos donos de obra privados	104 -
Quadro 22 - Análise das causas de atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra, na óptica dos donos de obra públicos	106 -
Quadro 23 - Análise das causas de atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra, na óptica dos projetistas.....	107 -
Quadro 24 - Resumo das causas mais condicionantes de atrasos na fase de preparação e acompanhamento de obra – Comparação entre grupos.....	111 -
Quadro 25 - Coeficiente de correlação de <i>Spearman</i> para as respostas entre grupos	112 -
Quadro 26 - Comparação entre a perspectiva dos donos de obra e dos empreiteiros (Matias, 2010) relativamente à frequência da ocorrência dos principais motivos de atrasos	113 -

Quadro 27 - Resumo das soluções Lean propostas para os principais problemas detectados	116 -
--	-------

Índice de Figuras

Figura 1 - Metodologia	4 -
Figura 2 - Relações entre as peculiaridades do projeto/sistema de produção da indústria da construção (Vrijhoef e Koskela, 2005).....	17 -
Figura 3 - Relações entre as peculiaridades do produto, projeto/sistema de produção e contexto industrial da construção (Vrijhoef e Koskela, 2005)	18 -
Figura 4 - Relação entre o tipo de contrato e os tipos de sistemas de produção e projetos (Ballard e Howell, 2005).....	34 -
Figura 5 - Diálogo do <i>Set-Based</i> (adaptado de Mossman et al., (2010), segundo Sobel, et al. (1999))..	49 -
Figura 6 - Relação entre BIM e <i>Lean</i> (Sacks et al., 2010)	50 -
Figura 7 - Processo de Optimização (Ballard, 2008)	51 -
Figura 8 - O processo <i>Target Value Design</i> (Mossman et al., 2010; Ballard, 2009; Long et al., 2007) -	52 -
Figura 9 - Processo de planeamento Last Planner (Ballard e Howell, 1994)	54 -
Figura 10 - Visão tradicional do processo de construção (adaptado de Vennstrom, 2008)	58 -
Figura 11 - Visão orientada para o processo de construção (adaptado de Vennstrom, 2006)	58 -
Figura 12 - <i>Lean Project Delivery System</i> (Ballard, 2008)	61 -
Figura 13 – Método científico adoptado	65 -
Figura 14 – Modelo conceptual seguido na elaboração do guião de entrevista e do questionário (Adaptado de Johansen e Walter, 2007).....	71 -
Figura 15 - Perfil das obras realizadas pelos donos de obra privados participantes	79 -
Figura 16 - Perfil das obras realizadas pelos projetistas participantes	80 -
Figura 17 - Perfil dos donos de obra privados entrevistados.....	81 -
Figura 18 - Perfil dos donos de obra públicos inquiridos.....	81 -
Figura 19 - Perfil dos projetistas entrevistados.....	81 -
Figura 20 - Métodos utilizados pelo dono de obra para especificar os pré-requisitos do projeto aos projetistas	82 -
Figura 21 - Importância para o sucesso do projeto atribuída aos "métodos" de definição do projeto apresentados em percentagem acumulada.....	86 -
Figura 22 - Tipo de métodos/soluções construtivas escolhidas durante a fase de concepção do projeto em percentagem acumulada	88 -
Figura 23 - Opinião relativamente ao prazo imposto pelo dono de obra aos projetistas para a concepção do projeto e elaboração de toda a documentação que vai a concurso	90 -
Figura 24 - Atrasos mais condicionantes durante as fases de concepção do projeto e concurso em percentagem acumulada	95 -
Figura 25 - Média de pedidos de informação e esclarecimento, por empreiteiro candidato	97 -
Figura 26 - Análise dos motivos para pedidos de informação e esclarecimento - RFI's	99 -
Figura 27 - Relação entre a adjudicação da empreitada ao empreiteiro que apresenta o orçamento mais baixo com os erros, sobrecusto e atrasos na construção	101 -
Figura 28 - Análise das causas de atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra	109 -

Figura 29 - Número médio de pedidos de esclarecimento durante a fase de preparação e acompanhamento de obra.....	- 115 -
Figura 30 - Tempo médio (em minutos) para responder a um pedido de esclarecimento durante a fase de preparação e acompanhamento de obra.....	- 115 -

Simbologia e notações

- LC - *Lean Construction*
- DO – Dono de Obra
- JIT - *Just in time*
- PPC - *Plan Percent Complete*
- COTEC - Associação Empresarial para a Inovação
- CII - *Construction Industry Institute*
- IGLC - *International Group for Lean Construction*
- LCI - *Lean Construction Institute*
- LPS - Last Planner System
- TFFV - Transformação, Fluxo, Valor
- CPM - *Critical Path Method*
- LPDS - *Lean Project Delivery System*
- GPEARI - Gabinete de Planeamento, Estratégia, Avaliação e Relações Internacionais
- RFI – *Request for information*
- SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*
- 3D – Três dimensões
- 4D – Quatro dimensões
- CM – Câmara Municipal
- CAD – *Computer Aided Design*
- I&D – Investigação e Desenvolvimento
- APPC – Associação Portuguesa de Projetistas e Consultores
- WBS – *Work Breakdown Structure*
- MIT - Massachusetts Institute of Technology

1. INTRODUÇÃO

A indústria de construção é extremamente importante na economia Portuguesa. Estima-se que, através de empregos diretos, englobe sozinha 12% da taxa de emprego em Portugal (INE, 2008) e representa 11,6% do Produto Interno Bruto (PIB) (BP, 2007). A opinião pública também está cada vez mais consciente e descontente com as derrapagens orçamentais e sucessivos atrasos que ocorrem nos empreendimentos de obras públicas conduzidos directamente pelo Estado Português, e estes factos não podem ser aceites como uma fatalidade (Tribunal de Contas, 2009).

Estes factores demonstram o impacto do sector de construção na economia portuguesa e, particularmente no período actual de recessão a nível mundial, é de grande importância encontrar meios que reduzam o desperdício num sector que tradicionalmente é relutante à mudança.

A manufactura tem sido uma fonte de inovação na construção desde à várias décadas. Por exemplo, a ideia da industrialização vem directamente da manufactura, assim como a integração computarizada dos projetos e a automação. Assim, olhar para as praticas *Lean* originárias da manufactura oferece potencial para melhorias na indústria de construção.

Verificou-se a partir de meados da década de 90 que o sector da construção de alguns países começou a dar maior atenção aos bons resultados que estavam a ser obtidos com a aplicação dos conceitos da filosofia *Lean* e desde aí que a *Lean Construction* tem sido apresentada como um novo paradigma da construção mundial, enquanto forma de minimizar ou mesmo eliminar desperdícios na construção, através da busca da causa original dos seus problemas e a sua redução através da tentativa de manter os fluxos de produção do projeto de construção.

Na procura de caminhos que conduzam à adopção e implementação de metodologias *Lean* é importante perceber o papel do dono de obra já ele desempenha um papel fundamental ao longo do projeto. O dono de obra inicia o projeto, controla a sua organização, prepara as condições do contrato e selecciona os membros da equipa de projeto, representando um papel preponderante no início das mudanças que permitem a implementação destas novas metodologias e a motivação de todos os participantes (Rahman, Kumaraswamy e Ling, 2007).

Assim, efectuou-se um estudo através de um questionário realizado a Donos de Obra Públicos e Privados, e Projetistas sobre as causas que originam desperdício (desvios de custos e prazos) na construção, de modo a perceber possíveis caminhos a adoptar para a implementação de metodologias *Lean*, e no papel que o dono de obra pode ter nesse processo enquanto agente de mudança.

1.1. Questão de estudo

Tendo em conta este novo paradigma da construção mundial, a questão de estudo é:

De que forma as metodologias e técnicas que a Lean Construction propõe podem minimizar os desperdícios e atrasos no processo de produção da construção, na perspectiva do dono de obra (DO), e de que forma estes podem adoptar opções e comportamentos que permitam que os projetos possam ter um desenrrolar mais Lean?

1.2. Objecto

O objecto desta dissertação é analisar os principais desperdícios e atrasos na construção portuguesa, do ponto de vista do dono de obra, e estudar a aplicação das metodologias *Lean Construction* como forma de minimizar esses desperdícios e atrasos.

1.3. Justificação

Nos últimos anos tem sido recorrente, nas intervenções públicas efectuadas pelos mais diversos intervenientes com responsabilidades no sector da construção, a alusão à crónica falta de competitividade das empresas Portuguesas, quando comparadas com as suas congéneres europeias. Os sintomas dessa falta de competitividade são facilmente identificáveis desde há muito tempo, nomeadamente, os prazos ultrapassados, os orçamentos excedidos, a segurança deficiente, e a falta de qualidade (Teixeira, 2005).

Todavia, estes sintomas não aparentam ser tão marcantes noutros países europeus com características geográficas e de desenvolvimento semelhantes e que, por isso, se apresentam mais competitivos num mercado internacional em que os consumidores europeus são cada vez mais exigentes com a construção que pretendem, e não se importam de contratar empresas internacionais em detrimento das nacionais, se com isso puderem evitar problemas nas suas obras (Teixeira, 2005).

Como resposta a estes sintomas de falta de competitividade surgiram novas teorias e metodologias, e desde o início dos anos 90 que a *Lean Construction* tem sido uma das abordagens teóricas mais promissoras na indústria da construção, lidando com problemas específicos de uma produção dinâmica (Anderson *et al.*, 2008).

Neste sentido, e considerando que a LC é um conceito algo recente a nível mundial e particularmente novo em termos da realidade portuguesa, é importante perceber quais as potenciais vantagens e oportunidades na implementação desta nova metodologia na indústria da construção portuguesa, identificando possíveis caminhos para a adopção de comportamentos mais *Lean* entre os participantes do projeto.

Na procura de caminhos que conduzam à adopção e implementação de metodologias *Lean* é importante perceber o papel do dono de obra, já que ele desempenha um papel fundamental ao longo do projeto. O dono de obra inicia o projeto, controla a sua organização, prepara as condições do contrato e selecciona os membros da equipa de projeto, tendo um papel preponderante no início das mudanças que permitem a implementação destas novas metodologias e a motivação de todos os participantes (Rahman *et al*, 2007).

Deste modo, pretende, numa primeira fase, proceder-se a uma caracterização dos principais desperdícios e atrasos existentes ao longo dos projetos de construção assim como a identificação de alguns comportamentos e procedimentos adoptados e na perspectiva do dono de obra. Para esse efeito, foi seleccionado um conjunto de donos de obra privados propensos à inovação e um conjunto de donos de obra públicos com grande representatividade, para além de um grupo de gabinetes de projeto portugueses proeminentes. Numa segunda fase o objectivo é comparar essa caracterização de desperdícios e atrasos com outros estudos realizados internacionalmente e em Portugal e, em particular, com o estudo elaborado por Matias e Cachadinha (2010).

Finalmente, serão dadas indicações de possíveis caminhos a adoptar para a implementação de metodologias mais *Lean* na indústria portuguesa e discutida a influência que o dono de obra pode ter nesse processo enquanto agente de mudança.

1.4. Âmbito

Esta dissertação pretende analisar o sector da construção portuguesa, no sentido de aferir potenciais ganhos na implementação da *Lean Construction* e no papel que o dono de obra pode desempenhar para actuar como um agente de mudança. Deste modo, pretende identificar-se, através de entrevistas pessoais e do preenchimento de um inquérito via correio electrónico, os principais problemas da construção na perspectiva dos donos de obra e projetistas, bem como avaliar os benefícios da *Lean Construction* como forma de os minimizar, em particular na perspectiva do dono de obra.

1.5. Análise geral da metodologia

Esta dissertação teve por base uma revisão bibliográfica, um conjunto de entrevistas semi-directivas a donos de obra privados propensos à inovação, a projetistas e um inquérito dirigido a donos de obra públicos. As temáticas estudadas na revisão bibliográfica foram *Lean Production*, *Lean Construction*, *design*, desperdícios na construção, implementação de *Lean*, contratação e disposições do contrato e parcerias. A análise geral da metodologia adoptada é representada na Figura 1.

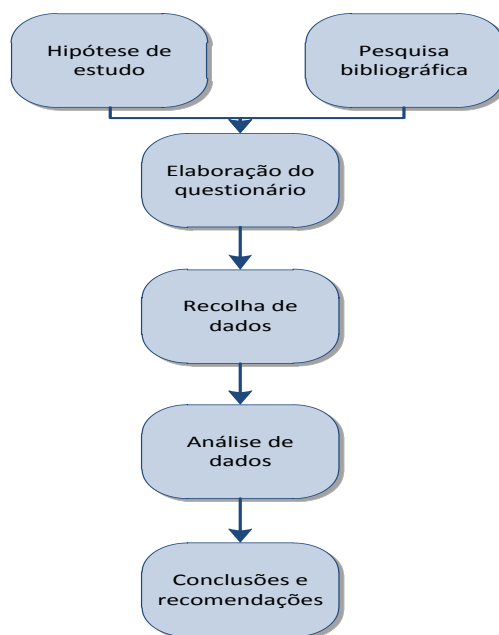


Figura 1 - Metodologia

A investigação baseia-se nas entrevistas e nos inquéritos recolhidos junto de elementos pertencentes aos diferentes grupos da indústria da construção acima referidos, nomeadamente um grupo de DO Privados, um grupo de DO Públicos e um grupo de Gabinetes de Projeto. O objectivo desta recolha de dados é perceber quais os principais problemas do sector, através da caracterização dos desperdícios e atrasos, na perspectiva dos respondentes e para obras realizadas nos últimos 5 anos.

O estudo engloba três fases distintas: a Fase de Projeto e Preparação de Concurso, Fase de Concurso e Fase de Preparação e Acompanhamento de Obra, e as perguntas incidem fundamentalmente sobre os desperdícios e atrasos associados a cada uma delas.

A análise dos resultados é feita através da metodologia estatística detalhada no Capítulo 3, sendo que a parte fundamental deste trabalho, a análise dos motivos para atrasos mais condicionantes, é feita com recurso a índices estatísticos ponderados que reflectem a importância de cada motivo para atraso. Com os resultados obtidos são depois elaboradas listas com os respectivos *rakings* de cada motivo para atrasos, é feito o teste de correlação de *Spearman* e são apontados possíveis caminhos para a adopção de metodologias *Lean* na execução dos projetos.

1.6. Estrutura da dissertação

Em termos de organização, a dissertação foi organizada em cinco capítulos, sendo este o primeiro.

O segundo capítulo está dividido em duas partes principais. Na primeira faz-se uma introdução à filosofia *Lean Production*, através da revisão dos seus conceitos fundamentais e da sua sucedania, a *Lean Construction*, com o seu respectivo enquadramento nas particularidades da construção, e da descrição dos seus pontos-chave. É ainda revista a noção de desperdício e são apresentados vários estudos que tentaram tipificar e quantificar esse desperdício e que serviram de base à elaboração da parte fundamental desta dissertação. Na segunda é aprofundada a temática *Lean Construction*, com a revisão de métodos, técnicas e ferramentas relevantes para a metodologia *Lean* e suas implementações.

No terceiro capítulo, será descrita e justificada a metodologia utilizada neste estudo, nomeadamente da definição do universo, elaboração do questionário, fase de recolha de dados, fase de tratamento e análise de dados validade e limitações do estudo.

O quarto capítulo incorpora a análise e discussão dos resultados, com a apresentação dos resultados obtidos neste estudo através da metodologia proposta.

No quinto e último capítulo serão apresentadas as principais conclusões deste estudo e enunciam-se perspectivas futuras de pesquisa e desenvolvimento.

1.7. Limitações do estudo

Em termos de limitação do estudo convém ressaltar que um dos riscos da realização de entrevistas e inquéritos é que as respostas podem ser condicionadas pelos inquiridos de forma a desresponsabilizar a entidade a que pertencem dos motivos que limitam o seu desempenho. Outra das limitações do estudo é a certeza de que a extrapolação dos resultados para a totalidade do sector seria especulativa.

2. ESTADO DO CONHECIMENTO

Este capítulo está dividido em duas partes. Na primeira parte serão abordados conceitos fundamentais para o entendimento da filosofia de construção *Lean Construction*, conceitos que são essenciais para a compreensão do tema de uma forma hólística e para a introdução da segunda parte deste capítulo, onde são abordados vários aspectos relacionados com a implementação de técnicas, metodologias e ideias consideradas *Lean*. A primeira parte deste capítulo engloba:

- Uma análise histórica resumida;
- Uma introdução à teoria de produção *Lean Production* com a apresentação do cronograma dos seus acontecimentos chave;
- Uma introdução à filosofia genérica *Lean Thinking*;
- Uma introdução à filosofia de produção *Lean Construction* – Descrição dos seus princípios chave;
- Desenvolvimento do conceito *Lean Construction* – Descrição das particularidades do sector de construção; Comparação entre a construção tradicional e a LC; Abordagem em profundidade do conceito de desperdício; Referência à teoria de produção TFV – acrónimo de Transformação, Fluxo e Valor.

Na segunda parte deste capítulo serão abordados com maior profundidade os conceitos fundamentais da teoria *Lean Construction* apresentados na primeira parte, e são referidas estratégias e métodos de implementação *Lean* em projetos de construção. A segunda parte deste capítulo engloba:

- Uma secção que introduz a implementação de *Lean* em projetos – controlo estratégico e controlo operacional;
- Uma secção de introdução à fase de contratação e escolha dos moldes do contrato – É feita uma introdução às variáveis que afectam a decisão do DO sobre a escolha do tipo de contrato e uma revisão dos tipos de contractos existentes, com particular interesse nas formas de contrato mais “relacionais” – as parcerias e a necessidade de confiança.
- Uma secção dedicada à fase de concepção do projeto – É feito um enquadramento da fase de concepção do projeto (*design*) na perspectiva *Lean* e são apresentadas metodologias de concepção *Lean*;
- Uma secção referente às técnicas para a aplicação *Lean* em projetos;
- Uma secção dedicada às estratégias para melhoras a construção – Construção, um tipo de manufactura e a construção como um processo;
- Uma secção dedicada à gestão de informação segundo uma perspectiva *Lean*;
- Uma secção que introduz o conceito *Lean Project Delivery System* (LPDS);
- Uma ultima secção que refere as barreiras e obstáculos a implementação de metodologias *Lean*.

Este capítulo é relevante para toda a indústria da construção e em particular os donos de obra, ao permitir que este compreenda de que maneiras pode tomar opções e adoptar caminhos mais *Lean* para a entrega dos seus projetos. É argumentado que estas formas *Lean* podem reduzir custos e desperdícios e ajudar o DO a tomar decisões mais acertadas e que potenciem a criação de valor.

2.1. Introdução à teoria de produção *Lean Construction*

2.1.1. Contexto histórico da génese da teoria de produção *Lean*

Após a segunda guerra mundial, o Japão era um país devastado e sem recursos à procura de formas de retomar uma economia destruída de modo a tornar-se competitivo face às empresas estrangeiras com pretensões de se instalarem nos seus mercados. Para além disso, tinha um mercado doméstico reduzido e com uma procura muito variada, não tinha emigrantes temporários de baixo custo e os trabalhadores reivindicavam melhores condições de trabalho. No seguimento da necessidade de se tornar competitiva e após estudar o sistema de produção em massa americano, nomeadamente o sistema de produção utilizado pela Ford, Taiichi Ohno (entre outros), um engenheiro da Toyota, começou a desenvolver a génese de uma nova filosofia de produção baseada no fluxo que mais tarde iria receber a designação de *Lean Production* (Howell, 1999).

Com a aplicação desta nova filosofia de produção e em comparação com a produção em massa, a Toyota utilizou metade do esforço dos operários em fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planeamento para desenvolver novos produtos, tudo em metade do tempo. Conseguiram também reduzir o inventário no local a mais de metade, o que resultou num número significativamente menor de defeitos e uma maior e crescente variedade de produtos (Womack *et al.*, 2007). Os resultados alcançados pela Toyota chamaram a atenção da indústria mundial que se começou a interessar por esta nova filosofia de produção desenvolvida pelos engenheiros japoneses e pelos seus potenciais benefícios.

Já em 1990, Womack, Jones e Roos publicam o livro “*The machine that change the world*”. O livro surge de um estudo financiado pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) e retrata a evolução das práticas *Lean Production* usadas na indústria automóvel, explicando em termos concretos o que é a *Lean Production*, como funciona e, através de um inevitável afastamento da indústria automóvel, o seu impacto a nível global.

Em 1996 é usada pela primeira vez a expressão *Lean Thinking* (Womack e Jones, 1996), um termo que é hoje mundialmente utilizado para se referir a filosofia de produção baseada nos princípios de produção da Toyota. Esses princípios foram, numa primeira fase, aplicados à indústria de manufactura e, mais tarde, foram aplicadas a outras indústrias como a aeroespacial, naval, programação, serviços e desenvolvimento de produtos (CII Research Report 234-11, 2007).

A iniciativa de aplicar os princípios da *Lean Production* à construção é atribuída a Koskela (1992) e surge através do “*Relatório Técnico nº 72 – Application of the new production philosophy to construction*”, publicado pelo CIFE – *Center for Integrated Facility Engineering*, da Universidade de Stanford, USA. Neste relatório Koskela desafia os profissionais da construção a adaptar as técnicas e ferramentas desenvolvidas com sucesso pela *Lean Production*, lançando as bases para uma nova filosofia por meio de adaptações dos conceitos de fluxo e geração de valor do pensamento *Lean* à construção civil. Esta nova filosofia de construção na indústria da construção foi mais tarde apelidada de *Lean Construction* por Howell (1999).

2.1.2. *Lean Production*

Como foi referido em 2.1.1, a *Lean Production* foi desenvolvida a partir dos anos 50 pelos engenheiros da Toyota que, estudando toda a matriz do sistema de produção, conseguiram melhorias significativas ao nível da eficiência, competitividade, flexibilidade e tempo de resposta (Womack *et al.*, 2007).

Por sua vez, Taiichi Ohno acompanhou o trabalho desenvolvido por Henry Ford e continuou a desenvolver um sistema de produção baseado no fluxo de processos (Howell, 1999). O estudo incidiu sobre a continuidade de processos e o conceito de desperdício foi definido como o critério de desempenho do sistema de produção. Desperdício pode ser definido como tudo o que não cria valor para o cliente/utilizador final (Mossman, 2009). A redução de actividades que não adicionam valor incluem processamento inadequado, deslocações desnecessárias (pessoas/matérias), stocks que resultam num aumento do custo e todos os defeitos de qualidade que, de algum modo, possam causar atrasos (Arbós, 2002). Numa primeira fase do estudo de Ohno, foi dada grande ênfase à produtividade dos trabalhadores. Mais tarde e à medida que foram sendo compreendidas todas as premissas necessárias para a minimização do desperdício no processo de manufactura, foi dada atenção ao processo de concepção dos produtos, às relações com fornecedores e a toda a cadeia que os envolvia. De modo a reduzir o tempo de concepção de novos modelos, o planeamento da produção dos mesmos era cuidadosamente considerado em paralelo com a concepção e imensioamento do automóvel (Howell, 1999).

Em 1990, Womack e Jones definem no seu livro “*The machine that changed the world*” os cinco princípios que, segundo eles, definem este tipo de produção: (i) ***Stopping the line***; (ii) ***Pulling the product***; (iii) ***One piece flow***; (iv) ***Synchronize and Align***; (v) ***Transparecy***.

O sucesso deste molde deveu-se principalmente à simplificação dos sub-processos que constituem o sistema de produção (matriz de manufactura), ao desenvolvimento das relações com os fornecedores que permitem a aplicação do sistema *just-in-time* (JIT) e ao consequente virtual desaparecimento de inventários, bem como mudanças nas práticas do trabalho em equipa e no controlo de qualidade (Koskela, 1992).

O conceito de *Lean Production* inclui também a identificação e produção de valor para o cliente, eliminando tudo o que não adicione valor; a organização de toda a produção como um processo contínuo (Howell, 1999); o aperfeiçoamento do produto e criação de fiabilidade no processo de produção (através dos princípios de Womack e Jones, 1990) e a busca da perfeição e melhoramento contínuo. Howell (1999) sugere ainda que a primeira preocupação da produção *Lean* é gerir o efeito combinado das dependências (precedências) e variação (fiabilidade) do processo. Esta gestão de fluxo é essencial para a conclusão de projetos no menor espaço de tempo possível. Deste modo, minimizar o efeito combinado das dependências e variações é um tema central do planeamento e controlo do sistema, principalmente à medida que o tempo de projeto diminui e a complexidade aumenta, sendo que a complexidade é definida como o número de partes ou actividades que podem interagir. Para a consulta de um resumo dos eventos mais marcantes que definiram esta metodologia, ver Holweg (2007).

As técnicas de *Lean Production* têm contribuído para um melhoramento admirável da eficiência, rapidez de resposta e flexibilidade da produção de muitos tipos de empresas industriais, através de uma gestão baseada no processo, na eliminação de desperdício e numa implementação muito flexível destes novos processos de gestão (Árbos, 2002).

2.1.3. *Lean Thinking*

Lean Thinking é uma filosofia genérica com o potencial de ser aplicada a qualquer sistema ou processo, de forma a identificar áreas críticas que necessitam de melhoramentos e, numa segunda fase, produzir essas melhorias, e os seus princípios têm sido extensivamente aplicados em operações de manufactura e em ambientes de produção ao longo das últimas décadas (Hicks, 2007).

A designação *Lean Thinking* foi usada pela primeira vez por James P. Womack e Daniel T. Jones (1996), e desde então o termo é mundialmente aplicado para se referir à filosofia de gestão que tem como objectivo a criação de valor através da sistemática eliminação do desperdício (Pinto, 2009).

Segundo Womack e Jones (1996) as metas alcançáveis actualmente com o uso de sistemas *Lean* de fluxo contínuo, usando *pull* (“puxar” - este termo é abordado com maior pormenor em 2.1.5) são:

- Duplicar a produtividade operária;
- Diminuir o tempo de “instalação” em 90%;
- Reduzir inventários (*stock*) em 90%;
- Reduzir erros em 50%;
- Diminuir a ocorrência de acidentes.

Em 1996, Womack e Jones realizaram uma revisão mais geral do tema, afastando-se da indústria automóvel e estabeleceram os cinco princípios *Lean* chave, apelidando esta fundamentação teórica de *Lean Thinking*:

- Valor

- *Value Stream*
- *Flow*
- *Pull*
- Perfeição

Estes princípios serão revistos com maior pormenor na secção seguinte, mas é obvio que beneficiam a optimização do fluxo (Bertelsen e Koskela, 2004) e ferramentas e técnicas *Lean* como o *Just in Time* (JIT) e o *Kaizen* (melhoria contínua) são, na sua essência, o resultado da aplicação destes princípios ao que já se faz actualmente como prática comum (Garnett *et al.*, 1998).

Koskela (1992) resumizou o *Lean Thinking* em onze princípios aplicáveis à *Lean Construction*:

1. Reduzir a quantidade de actividades que não acrescentam valor (desperdício);
2. Aumentar o valor final através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente – o cumprimento dos requisitos gera valor, mas é necessário identificar e clarificar os requisitos;
3. Reduzir a variabilidade – um produto uniforme é melhor do ponto de vista do cliente e a variabilidade aumenta a quantidade de actividades que não acrescentam valor;
4. Reduzir tempos de ciclo – através da eliminação de inventários e descentralização na hierarquia organizacional;
5. Simplificar através da minimização do número de passos, partes e ligações;
6. Aumentar a flexibilidade do resultado final – é possível alcançar através da modularização de produtos, da redução da dificuldade de redefinição e do treino de uma equipa multi-especializada;
7. Aumentar a transparência do processo – o objectivo de tornar o processo de construção transparente e observável e facilitar o controlo e melhoria por parte dos empregados;
8. Focar o controlo de todo o processo – a optimização do fluxo total de trabalho é optimizada pela permissão de controlo do processo por parte de equipas autónomas e pela construção de cooperação a longo prazo com os fornecedores;
9. Melhorar continuamente o processo – de forma a reduzir o desperdício e a desenvolver continuamente actividades que acrescentam valor;
10. Calcular as melhorias de fluxo com as melhorias no processo de conversão – um fluxo melhorado requer menor investimento em equipamento e permite controlar de forma mais fácil a implementação de tecnologia de conversão;
11. *Benchmark* – identificando os pontos fortes, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças à organização (análise SWOT), conhecendo os líderes da indústria e as suas práticas, incorporando as boas práticas na organização, e criando um nicho que combine os pontos fortes existentes com as práticas externas.

Neste sentido, o objectivo do *Lean* é fazer mais com menos, usando o mínimo esforço, energia, equipamento, espaço, materiais, capital e tempo enquanto se fornece ao cliente exactamente o que este quer (Womack e Jones, 1996).

2.1.4. *Lean Construction* – Princípios-chave

Como foi referido em 2.1.3., Womack e Jones (1996) descrevem as cinco técnicas *Lean* chave que observaram com sucesso: Valor, *Value Stream*, Fluxo, *Pull* e Perfeição.

– A noção de valor

De modo geral, um dos pontos fracos da teoria *Lean* é a compreensão do significado de valor e a capacidade de lidar com a sua gestão (Bertelsen e Koskela, 2002). De facto, este tópico tem sido extensivamente debatido nos círculos académicos (Garnett *et al.*, 1998).

A gestão do valor, ou a criação de valor, começa por ser difícil de caracterizar pelo facto de ser complicado conceptualizar o que é efectivamente o valor (Bertelsen e Koskela, 2002). O valor pode ser expresso de várias maneiras – para uma universidade pode incluir, por exemplo, uma combinação entre os estudantes e a sua experiência na faculdade, e a flexibilidade que permita alterações nos projetos de pesquisa e tecnologias.

A definição correcta de valor e de como este é compreendido pelo DO é então o ponto inicial da aplicação do *Lean Thinking* (Picchi e Granja 2004) e o objectivo da concepção do projeto é criar a estrutura ou edifício que permita o que quer que esteja dentro de D (na saúde e na educação, por exemplo, isso inclui os seguintes: (Quadro 1).

Quadro 1 - Valor potencial de infra-estruturas médicas e escolas (Mossman, Ballard e Pasquire, 2010)

<i>Outcome</i> de estruturas de saúde	<i>Outcome</i> de estruturas escolares
<i>Outcome</i> clínico	Maiores rácios de assiduidade por parte dos alunos
Redução dos rácios de infecção	Melhores resultados em testes e exames finais
<i>Outcome</i> de segurança	Melhor comportamento e competências sociais
Rácios de erros médicos	Retenção de trabalhadores
Rácios de reinternamento	Envolvimento dos encarregados de educação
Duração dos internamentos	Reconhecimento por parte dos empregados
Transferência de doentes	Integração na comunidade
Custo por unidade de serviço	Regeneração económica
Satisfação dos utentes e visitantes	Uso pela comunidade
Moral dos trabalhadores	
Rendimento dos trabalhadores	

O desperdício também pode ser definido em termos de valor. Mossman (2009) relaciona-os e considera que desperdício é tudo o que não cria valor para o DO/cliente/utilizador final. Só podemos

saber o que é desperdício se soubermos primeiro o que é valor, pelo que em não existe definição absoluta de desperdício e é tudo relativo.

Este tópico torna-se cada vez mais importante à medida que um projeto se torna mais complexo, dinâmico e rápido (Bertelsen e Koskela, 2002) e a definição de valor requer a combinação de várias estratégias diferentes ao longo do projeto (Garnett *et al.*, 1998). A *Lean Construction*, ao centrar-se nas necessidades do cliente, adoptou uma abordagem focada no produto, o que requer um diálogo ao longo do projeto que tem de ser iniciado com a definição da natureza do valor e a forma como este é entregue (Garnett *et al.*, 1998). A sua definição correcta, deverá ser, provavelmente, a mais proeminente nas primeiras fases do projeto na definição, desenho e dimensionamento do mesmo (Bertelsen e Koskela, 2002). A definição de valor está então intimamente relacionada com a correcta definição do projeto aos projetistas por parte do DO, definição essa que será alvo de estudo nesta dissertação.

É preciso ressaltar que a definição de valor é diferente para cada utilizador final/cliente/DO. Assim como a criação de música por parte de uns pode ser considerada ruído para outros, o que é valor para um DO pode não o ser para a outra pessoa (Mossman 2009, Picchi e Granja, 2004, Garrido *et al.*, 2009). Este processo exige diálogo entre o cliente e os vários profissionais (projetistas/*designers*, gestor de projeto, etc.) e deve ser entendido como um processo de aprendizagem, onde as várias partes chegam a um entendimento mútuo das suas necessidades e opções, através de uma série de conversações.

– *Value stream*

O *value stream* identifica todos os passos necessários para a realização de um produto/processo e a técnica chave por trás deste método é o mapeamento de processos (Garnett *et al.*, 1998). Esta técnica envolve a elaboração de um mapa detalhado da cadeia de propagação do valor, no seu estado actual, e identifica fontes de desperdício na sua presente condição (Cullen *et al.*, 2005). No entanto, este mapeamento é feito com uma finalidade específica: perceber como o valor realmente é gerado/construído no produto do processo/construção, do ponto de vista do cliente (Garnett *et al.*, 1998). Este mapeamento mostra quando a informação necessária para corresponder aos requisitos do cliente estará disponível, quando vai ser pedida (Howard e Ballard, 1998) e funciona como uma revisão para as actividades que não agregam valor, i.e. desperdício (Mossman, 2009). Deste modo, identificar o *value stream* e a forma como o valor pode ser realizado, estabelece onde e como as decisões devem ser tomadas (Howard e Ballard, 1998).

A um nível estratégico, o *value stream* oferece a possibilidade de definir o que tem de ser feito. Ao aplicar esta estratégia *top-down*, a ideia de identificar cadeias de valor como a “estrutura”, o “envelope” do edifício ou as “redes” e ter de considerar como estes sistemas vão ser desenhados, fornecidos e construídos, oferece diferentes formas de organizar a construção (Garnett *et al.*, 1998). Num nível mais tático, o *value stream mapping* (ou mapeamento do fluxo de valor) pode ser usado

para identificar onde ocorre o desperdício num determinado processo e como este pode ser feito de forma mais efectiva. (Garnett *et al.*, 1998). No entanto, mesmo quando utilizadas, as cadeias de valor de produtos e componentes e os processos construtivos, ao nível do estaleiro, continuam fragmentadas e individualmente optimizadas e são desejáveis métodos e estratégias que as possam integrar (Owen *et al.*, 2010).

– **Fluxo**

Estrategicamente, o fluxo está relacionado com a tentativa de atingir, de um perspectiva holística, o caminho através do qual o produto é desenvolvido/conseguido (Garnett *et al.*, 1998). Este princípio diz que a criação de valor, i.e. a produção de componentes, deve estar em constante andamento (Womack e Jones, 1996, Howard e Ballard, 1998). Conseguir um fluxo contínuo conduz à necessidade de reduzir a variabilidade dos projetos de construção e o conceito é um dos elementos chave na eliminação de desperdício (Picchi e Granja, 2004). A *Lean Construction* ataca a variabilidade dos projetos de construção pela redução dos tempos de instalação dos produtos, por actuar directamente nos motivos que causam defeitos nos produtos (Ballard *et al.*, 2005) e redesenhar o último nível do sistema de planeamento, i.e. ao nível de quem delega as ordens finais de produção, sendo este um elemento chave para assegurar um fluxo de trabalhos estável (Howard e Ballard, 1998).

Garnett *et al.*, (1998) consideram que a fragmentação em que se vive na indústria de construção pode ser um grave entrave na tentativa de atingir um fluxo de trabalhos contínuo e a criação de parcerias parece ser o caminho lógico para a redução de desperdícios associados a este factor. No entanto, é apenas uma solução parcial. A fase de concepção do projeto, o “método de entrega” da construção e a definição da cadeia de valor da mesma são também aspectos chave no processo.

– **Pull**

Pull (puxar) e fluxo são considerados as características chave do *Lean Thinking* e essenciais no processo de eliminação de desperdício (Picchi e Granja, 2004).

A regra do “planeamento puxado” diz que cada elemento de produção deve fazer apenas o que o seu “cliente” de produção necessita. A intenção é evitar o desperdício do excesso de produção, isto é, produzir trabalho que não liberta outro trabalho (Howard e Ballard, 1998).

Aquilo que se pretende é que as actividades no topo da cadeia não comecem antes de quando é necessário, de modo a assegurar um contínuo libertar de trabalho para as actividades dos seguintes níveis do planeamento. Sendo assim, as técnicas de “planeamento puxado” (*pull*) asseguram o fluxo, em contraste com a prática actual que é baseada numa planificação de recursos “empurrados” (*push*). A aplicação de fornecimentos JIT na construção requer que as actividades sejam coordenadas de uma perspectiva de planeamento “puxado” (*pull*) (Howard e Ballard, 1998).

– Perfeição

Atingir a perfeição significa considerar constantemente o que está a ser feito e como está a ser feito, aproveitando a experiência e conhecimento de todos os envolvidos no processo para o mudar e melhorar – *fazer bem à primeira*. Este conceito pode ser ainda definido a um nível mais estratégico, já que a perfeição é uma obrigatoriedade na forma de trabalhar das organizações modernas (Garnett *et al.*, 1998).

2.1.5. *Lean Construction*

Em diversas intervenções públicas efectuadas pelos mais diversos intervenientes com responsabilidade no sector da construção, tem-se feito alusão à persistente falta de competitividade do sector de construção português quando comparado com os seus congéneres europeus. Os sintomas dessa falta de competitividade desde há muito que se conhecem: prazos ultrapassados, orçamentos excedidos, segurança e qualidade ainda deficientes e, principalmente, a recorrente ambiguidade na preparação dos estudos preliminares pelos donos de obra e a deficiente qualidade dos projetos associados a uma gestão inadequada dos empreendimentos (Couto e Teixeira, 2006).

De forma a serem competitivas, as organizações e empresas líderes de mercado comparam regularmente os seus produtos, serviços e processos de negócio com as melhores práticas dentro e fora da sua indústria, procurando integrar e implementar as mesmas, independentemente da sua origem (Alarcon *et al.*, 2001), e desde o início dos anos 90 que a *Lean Construction* tem sido uma das abordagens teóricas mais promissoras na indústria da construção, lidando com os problemas específicos de uma produção dinâmica (Anderson *et al.*, 2008).

A *Lean Construction* surge então como um novo paradigma da gestão da construção a nível global Howell (1999), que suporta as relações contratuais e metodologias necessárias para promover maior colaboração e confiança entre os participantes no projeto e maior eficiência e inovação no mesmo (Darrington e Lichtig, 2010). Neste processo o dono de obra tem um papel fundamental, uma vez que é ele que inicia o projeto, controla a sua organização, prepara as condições do contrato e selecciona os membros da equipa de projeto, representando um papel preponderante no início das mudanças que permitem a implementação destas novas metodologias e na motivação de todos os participantes (Rahman *et al.*, 2007).

A iniciativa de aplicar os princípios da *Lean Production* à construção é atribuída a Koskela (1992) e é, na sua génese, uma adaptação e implementação dos princípios de manufactura japoneses ao processo de construção, considerando toda a construção como um processo (Bertelsen, 2004). Esta nova filosofia de produção da construção pode ser separada em três níveis distintos: ferramentas e tecnologias, métodos de produção e filosofia geral de gestão ou ainda em três grandes áreas: estratégica, operacional e tática (Garnett *et al.*, 1998).

2.1.5.1. Natureza particular da construção

É consensual que a indústria da construção tem características e propriedades únicas que a demarcam das outras indústrias. Mas, se o objectivo da *Lean Construction* é criar valor para o cliente (dono de obra), é necessário então compreender a natureza particular da construção e do próprio cliente. O termo cliente indica a pessoa ou grupo específico com uma clara percepção dos seus parâmetros de valor, e é muitas vezes representado por uma entidade nas várias fases, sendo que o verdadeiro cliente é algo de intangível e uma personalidade indefinida (Bertelsen, 2004).

Na indústria da construção existem diferentes sectores de clientes, nomeadamente, públicos e privados. O sector público representa um tipo de cliente que, por natureza, tem experiência e emprega um conjunto de profissionais de construção próprios (*in-house*) que assistem e monitorizam os projetos de construção. Por outro lado, o sector privado abrange um grande grupo de empresas com mais ou menos experiência de construção e com objectivos muito variáveis (Miller *et al.*, 2009).

Também a relação do cliente com o “produtor” na construção civil é muito diferente da manufactura, já que este tem a possibilidade de ver o produto e interferir durante a sua produção. Estas interferências aparecem sob a forma de alterações ao projeto, decretadas pelo DO e o custo associado fomenta relações adversas entre este, o empreiteiro e os projetistas, relações essas que diminuem a aprendizagem iterativa entre as partes e que caracterizam a indústria (Perkins, 2009). É também comum que a visão e o significado de valor mude de cliente para cliente, o que faz com que seja fundamental a sua definição correcta, bem como os factores de sucesso para o projeto (Vennstrom 2008).

O produto resultante dos projetos de construção também tem que ser visto em relação ao valor total do objecto construído ao longo de todo o seu ciclo de vida, i.e., em relação a aspectos económicos, ambientais, sociais, culturais e históricos (*the big picture*). Devido ao impacto mais alargado que a construção tem na sociedade, a criação de valor é muitas vezes mais importante na construção que a simples redução de desperdícios e custos (Vrijhoef e Koskela, 2005).

Koskela (1992) descreve as três particularidades da natureza da construção:

– ***One of a kind:***

De acordo com Warszawski (1990), a natureza singular de cada edifício ou construção é causada pelas diferentes necessidades e prioridades do cliente, pelos diferentes locais de construção e arredores e por diferentes pontos de vista por parte dos projetistas relativamente à melhor solução de concepção do projeto (Koskela, 1992). Estas características tornam necessária a integração da fase de concepção do projeto e o processo de produção, e a singularidade do produto torna, durante o processo de construção, o fluxo de informação tão importante como o fluxo de materiais e equipamentos, factor que adiciona alguma complexidade ao sistema (Bertelsen e Koskela, 2002).

– **Organização temporária:**

Um projeto de construção envolve o DO, os projetistas, os empreiteiros, os subempreiteiros, a supervisão (fiscalização), fornecedores, o Governo e organizações públicas (Xiaozhong e Haishuang, 2009), e se considerarmos a estratégia de contratação para as várias empreitadas de apenas um DO, é normal que a equipa dos interveniente chave do projeto formada (como projetistas, empreiteiros, subempreiteiros, fornecedores e utilizadores finais), seja praticamente única de projeto para projeto.

– **Produção *in-situ*:**

Ao contrário da manufatura, onde o produto é construído num local específico e depois entregue ao cliente, na construção o produto é construído no seu local final e muitas vezes dentro do próprio produto que está a ser construído (Koskela, 1992). A instalação e edificação da construção são as actividades que mais influenciam e aumentam o valor do produto final, e os padrões de alta qualidade que o construtor deve seguir são directamente influenciados pelas condições específicas do local da construção (Salem *et al*, 2006). O fluxo espacial entre estações de trabalho (equipas) também tem que ser coordenado, em contraste com o ambiente da manufatura onde o fluxo através das estações de trabalho é mais facilmente planeado e executado. Esta realidade acrescenta problemas de complexidade (Koskela, 1992).

De acordo com Vrijhoef e Koskela (2005), estas peculiaridades da produção em construção podem ser explicadas e compreendidas em separado e podem ser estudadas de forma isolada. No entanto, o conteúdo destas peculiaridades está interligado por relações causais e directamente relacionado com particularidades do produto e da indústria (Figura 2 e Figura 3).

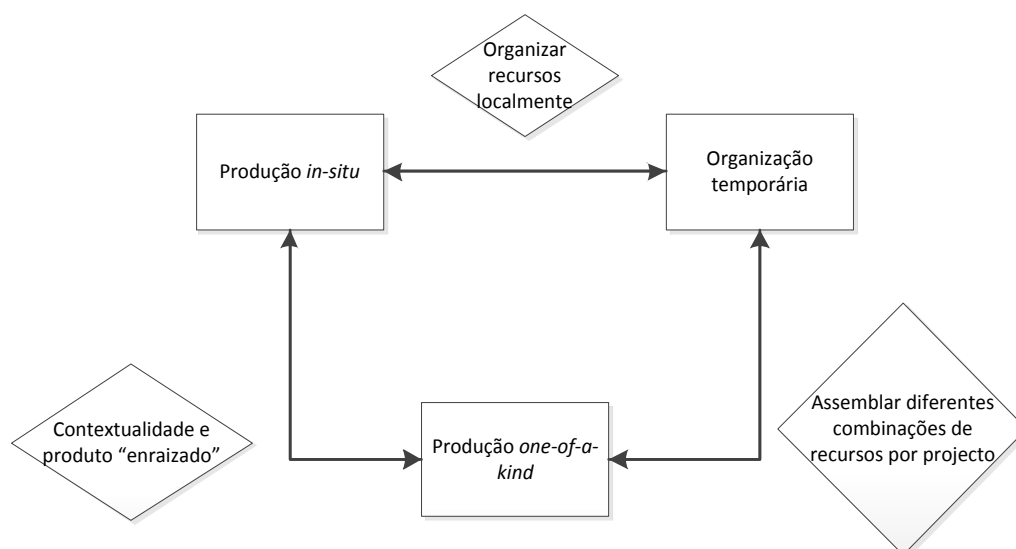


Figura 2 - Relações entre as peculiaridades do projeto/sistema de produção da indústria da construção (Vrijhoef e Koskela, 2005)

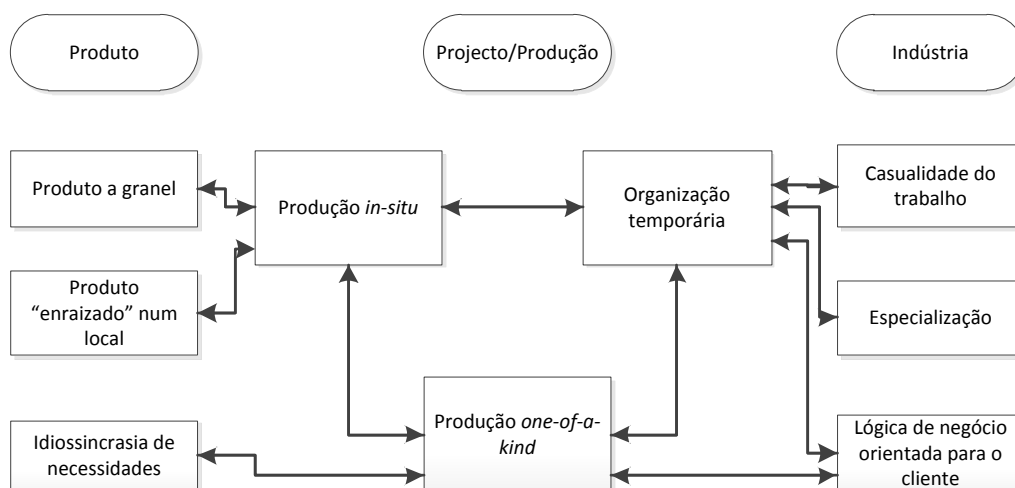


Figura 3 - Relações entre as peculiaridades do produto, projeto/sistema de produção e contexto industrial da construção (Vrijhoef e Koskela, 2005)

A indústria da construção também está sujeita à intervenção de autoridades reguladoras, responsáveis pela aprovação das soluções de concepção e das muitas fases de trabalho e processos que compõem um projeto de construção (Koskela, 1992). No entanto, as peculiaridades da construção nem sempre são um problema, ou sentidas como um problema, e nem sempre dão origem a efeitos negativos e desperdício. Deste modo, nem sempre é necessário reduzir ou eliminar essas particularidades da indústria de forma a melhorar o processo de construção.

Alterar o processo tradicional pode criar oportunidades para, de uma forma selectiva, tratar destas particularidades de uma forma vantajosa. O necessário é que estas particularidades sejam reduzidas ou melhor geridas, em vez de se tentar a sua resolução completa (Vrijhoef e Koskela, 2005).

Todos estes factores introduzem complexidade a todo o sistema e as características dos projetos de construção, normalmente únicos e complexos por si só, bem como a execução das actividades necessárias ao mesmo e sua conclusão, estão intimamente correlacionadas e fazem parte de um sistema dinâmico e difícil de prever (Salem *et al.*, 2006).

2.1.5.2. Construção tradicional vs. *Lean Construction*

A *Lean Construction* tem pelo menos dois focos que a distinguem da gestão de construção tradicional: a redução de desperdício e a gestão do fluxo do projeto. Para o fazer, a *Lean Construction* coloca os sistemas de gestão e de processos como prioridade, a par dos processos de construção (Ballard e Howell, 1994).

Kim e Park (2006) resumem as maiores diferenças entre a *Lean Construction* e os métodos mais tradicionais de gestão de projeto. Essas diferenças estão sumarizadas no Quadro 2:

Quadro 2 - Relação entre a abordagem tradicional e a abordagem *Lean Construction* – (Kim e Park 2006)

	Abordagem <i>Lean</i>	Abordagem Tradicional
Controlo	Adaptativo	Monitorização
Optimização	O projeto como um todo	Uma actividade específica
Planeamento	Planeamento “puxado” (<i>pull</i>)	Planeamento “empurrado” (<i>Push</i>)
Sistema de produção	Baseado no fluxo	Baseado em conversões
Processo de produção	Eficácia	Eficiência
Medidores de desempenho	<i>Plan Percent Complete</i> (PPC)	<i>Work Breakdown Structure</i> , Caminho crítico, lucro
Satisfação do cliente	Satisfação do “próximo cliente” no processo de produção	DO ou consumidor final
Planeamento	Através de um processo de aprendizagem	Estático
Incerteza	Interna	Externa
Coordenação	Manter as promessas	Seguir ordens
Objectivo da supervisão	Reduzir a variabilidade e gerir o fluxo do processo	Produtividade e rapidez

A *Lean Construction* deu atenção à importância de estabilizar os "ritmos de trabalho", melhorar a fiabilidade do projeto e em mudar a estrutura organizativa do mesmo de uma logística do topo para a base de “empurrar” (*push*) para uma abordagem de baixo para cima de “puxar” (*pull*). Na essência, isto conduz a um maior realismo na gestão de projeto e no processo de planeamento, na medida em que a atenção é desviada da produtividade e realização das actividades para o provavelmente mais importante problema de coordenar a interdependência de trabalhos entre a mão-de-obra e as várias equipas de subempreiteiros presentes no processo produtivo (Andersen *et al.*, 2008).

O pensamento *Lean* exige atenção à forma como o valor é gerado em vez de focar a atenção em como uma actividade é gerida. Onde a prática actual vê um projeto como uma combinação de actividades, o *Lean Thinking* vê todo o projeto como um sistema de produção, como se todo o projeto fosse uma única operação. Na construção, é difícil otimizar um “sistema de produção” grande (um projeto) devido às complexas interacções entre as várias partes. No entanto, os princípios *Lean*, depois de compreendidos, podem ser aplicados à construção (Howard e Ballard, 1994) e vários estudos comprovam a sua aplicabilidade e eficiência (ver, por exemplo, Gabriel, 1997).

2.1.5.3. Transformação fluxo valor

Em 2000, Koskela lança as bases para uma teoria de produção e demonstra o seu uso na construção. A construção deve ser entendida não só como um processo de transformação, como acontece na caracterização de conversão convencional, mas também em termos de fluxo de trabalho e criação de valor. Esta teoria foi apelidada como teoria de produção TFV – acrónimo de Transformação, Fluxo e Valor (Quadro 3).

Quadro 3 - Teoria de produção TFV (Koskela et al., 2002)

Visão da:	Transformação	Fluxo	Valor
Conceptualização da produção	Como uma transformação de dados de entrada (<i>inputs</i>) em resultados (<i>outputs</i>);	Como um fluxo de material, que inclui transformação, inspecção, movimentação e espera;	Como um processo onde o valor para o cliente é criado através do cumprimento dos requisitos;
Princípio fundamental	Conseguir que a produção seja realizada eficientemente;	Eliminação do desperdício (actividades que não acrescentem valor);	Eliminação da perda de valor (alcançar valor em relação ao melhor valor possível);
Princípios associados	Decomposição das tarefas de produção;	Comprimir o tempo de produção;	Assegurar que todos os requisitos são entendidos;
	Minimização dos custos das tarefas decompostas;	Reduzir a variabilidade;	Assegurar o cumprimento dos requisitos do cliente;
		Simplificação;	Ter em consideração os requisitos em todas as concretizações;
		Aumento da transparência;	
		Aumento da flexibilidade;	Assegurar a capacidade do sistema de produção;
Métodos e práticas (exemplos)			Medir o valor;
	<i>Work breakdown structure (WBS)</i> ;	Fluxo contínuo;	Métodos para recolha de requisitos;
	Mapa de aprovisionamentos;	Produção “puxada” (<i>pull</i>);	<i>Quality Function Deployment</i> ;
	Mapa de responsabilidade organizacional;	Melhoria contínua;	
Contribuição prática	Ter em conta o que tem de ser feito;	Fazer com o que é desnecessário seja feito o mínimo possível;	Fazer com que os requisitos do cliente sejam alcançados da melhor forma possível;
Nome sugerido para a aplicação prática da visão	Gestão de actividades	Gestão de fluxo	Gestão de valor

A perspectiva oferecida por esta teoria consiste em ter três tipos de visão (T, F e V), na modelação, no dimensionamento, no controlo e na melhoria da produção, e a sua gestão deve ser feita de acordo com os respectivos conceitos e princípios. Apesar de estas visões serem distintas elas não competem entre si. Antes pelo contrário, complementam-se.

A gestão da transformação envolve a gestão de contratos, ao estabelecimento de parâmetros e processos de qualidade e segurança, e frequentemente conduz ao que pode parecer ser um aumento na produtividade, mas que na verdade é apenas uma sub optimização. É essencial que esta gestão exista para fazer face ao imenso volume de contratos que a construção envolve. No entanto, é insuficiente para abranger toda a complexidade e dinamismo do projeto.

A gestão do fluxo introduz novas actividades à gestão do projeto, sendo a mais importante no aumento de cooperação ao longo da cadeia de fornecimento. Isto compreende não só a cooperação

entre o empreiteiro geral e os subcontratados, mas também com os produtores e fornecedores dos materiais de construção. A logística dos materiais e da informação é igualmente uma actividade que deve ser estabelecida.

Por último, a gestão do valor, ou da criação de valor, é a mais difícil de caracterizar, uma vez que é mais complexo conceptualizar o que é efectivamente o valor e, como foi referido em 2.1.4., esta provavelmente deverá ser mais proeminente nas primeiras fases do projeto de definição, desenho e dimensionamento (Bertelsen e Koskela, 2002).

Em suma, a *Lean Construction* resulta da aplicação de uma nova forma de gestão da produção na indústria da construção, e as áreas essenciais incluem um conjunto claro de objectivos a alcançar ao longo do projeto direccionados para maximizar o desempenho para o cliente ao nível do projeto, concepção do produto e processo de construção, e a aplicação de controlo de produção ao longo da vida do projeto, desde a concepção do projeto até ao final da construção (Howell, 1999).

2.1.5.4. *Lean Construction* e o conceito de desperdício

O desperdício tem sido considerado um dos maiores problemas da indústria da construção (Polat e Ballard, 2004) e a sua eliminação é um dos objectivos da *Lean Construction* (Koskela 1992). Mossman (2009) define desperdício como tudo o que não cria valor para o DO/cliente/utilizador final, existindo uma relação directa entre o desperdício e o custo do projeto. Os investimentos na construção são sensíveis às derrapagens orçamentais e ao prolongamento do tempo de construção. Deste modo, atrasos e custos não previstos são duas ameaças ao sucesso do projeto (Hammad *et al.*, 2010).

Os projetos de construção são constituídos por múltiplos intervenientes chave, e a execução das actividades necessárias ao seu desenvolvimento e conclusão está intimamente correlacionada e faz parte de um sistema dinâmico e difícil de prever (Salem *et al.*, 2006). De acordo com Howell (1999), gerir o efeito combinado da dependência e da variação das actividades é a primeira preocupação na *Lean Production* mas, como em qualquer processo, existem actividades que não agregam valor – desperdício.

Em 1988, Taiichi Ohno identifica as 7 fontes de desperdício encontradas nos ambientes de produção: Excesso de produção; Espera; Transporte; Inventário; Movimento de pessoas; Excesso de processamento; e, Defeitos do produto.

No entanto, os desperdícios identificados por Ohno têm origem no ambiente da manufactura, onde as operações que não agregam valor podem ser mais facilmente identificadas e eliminadas. Desde sempre a construção rejeitou muitas ideias provenientes da manufactura por acreditar ser uma indústria diferente. De facto, a concepção e construção de projetos complexos e únicos em ambientes de grande incerteza e sob grande pressão em termos de tempo e planeamento são fundamentalmente diferentes da realidade típica do ambiente de manufactura (Howell, 1999). O desperdício em ambientes complexos e dinâmicos como a construção não pode ser interpretado de uma maneira

simplicista e tem que ser visto numa perspectiva de fluxo e valor, valor que é gerado através de um processo de negociação constante entre o objectivo final do cliente e os meios que possui (Ballard e Howell, 1998).

Em 2004, Koskela sugere um novo tipo de desperdício na construção, somando-se aos sete identificados por Ohno, que se relaciona com as situações em que uma tarefa é iniciada sem todos os dados de entrada necessários (*inputs*) ou mesmo quando a sua execução prossegue na ausência de uma dessas contribuições chave. Chamou-lhe *making-do*. No entanto, este desperdício do ponto de vista da transformação pode ser benéfico se relacionado com o fluxo (Bertelsen, 2004), desde que o resultado (*output*) seja aceitável em termos de qualidade e segurança. Outros autores propuseram outros tipos de desperdícios na construção mas, de um modo geral, as sete fontes de desperdício identificadas por Ohno são também as consensualmente aceites na indústria da construção. Mossman (2009) argumenta que a única maneira de reduzir o desperdício e criar valor é focar-nos nesse valor e na qualidade que o DO e o utilizador final desejam e pela qual estão dispostos a pagar. O conceito de valor será abordado com maior detalhe mais à frente.

Bossink e Brouwers (1996) classificaram as maiores causas de desperdício na construção em seis origens diferentes:

- Concepção do projeto (*design*);
- Contratação e contratos (*procurement*);
- Manuseio de materiais;
- Operacionais;
- Residuais;
- Outros.

As origens de desperdício identificadas por Bossink e Brouwers (1996) serão abordadas com maior pormenor numa fase posterior desta dissertação e com especial atenção à concepção do projeto (2.2.3) e escolha dos moldes do contrato (*procurement*) (2.2.2), dois aspectos de responsabilidade directa do DO e que estão estreitamente relacionados com as suas escolhas estratégicas e operacionais para o projeto.

Relativamente ao contexto da gestão de informação, Hicks (2007) afirma que a noção de desperdício pode ser considerada como um conjunto de acções adicionais e a inactividade que surge como consequência da não disponibilização imediata de informação adequada, precisa, actualizada e na proporção certa. A gestão da informação será também abordada com maior pormenor numa fase posterior desta dissertação (2.2.5).

Vários estudos tentaram quantificar a quantidade de desperdício. Por exemplo, em 1996 Bossink e Brouwers referem, no estudo que realizaram na Holanda, que entre 1% e 10% de todo o material adquirido em fase de obra, medido em peso, é desperdiçado. Também referem, por exemplo, que na indústria de construção brasileira, entre 20% e 30% dos materiais adquiridos não são utilizados e acabam como desperdício, listando vários estudos feitos até então na Europa e Brasil. Garas *et al.*,

(2001) estudaram também os desperdícios de materiais na indústria de construção no Egipto e referem que “projetos incompletos”, “acesso tardio a informações” e “alterações ao *design*” estão entre as causas preponderantes na geração de desperdício. Como os materiais são entre 50% e 60% dos custos totais de um projeto de construção, qualquer melhoria que evite o desperdício de material resulta em poupanças nos custos (Polat e Ballard, 2004).

Em 1999, Josephson e Hammarlund fizeram um resumo de vários estudos sobre defeitos em projetos de construção de 1969 a 1992. Neste resumo o custo dos defeitos que ocorrem durante a fase de produção foi entre 2% e 6% do custo total de produção, e os custos dos defeitos durante a fase de exploração e manutenção entre 3% e 5% do custo de produção. Referem ainda que 32% dos custos associados aos defeitos provêm das fases anteriores do projeto, i.e. resultam da influência do cliente na concepção do projeto.

Hwang *et al.* (2009), após realizarem uma revisão a 359 projetos presentes na base de dados do *Construction Industry Institute* (CII), referem que os custos directos do retrabalho em projetos de construção vão até 5% do seu valor total, revelando ainda que as causas com maior impacto na ocorrência de retrabalho estão relacionadas com erros e omissões no projeto e alterações deliberadas pelo DO.

A literatura também apresenta vários estudos que tentam tipificar e quantificar os motivos para atrasos na construção, atrasos que são um dos motivos frequentemente apontados para a falta de competitividade da indústria de construção Portuguesa e cuja a análise é a componente fundamental deste trabalho. A elaboração da parte do guião de entrevista e questionário relativa aos atrasos foi elaborada com base nos estudos sobre atrasos apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Estudos sobre atrasos na construção

Autores e ano de publicação	Objecto de estudo	Causas de atrasos (os mais relevantes)
AL-Momani (2000)	Obras públicas na Jordânia	Fraca qualidade na elaboração do projeto
		Alterações ao projeto por parte do DO
		Meteorologia
		Condicionantes na área de estaleiro
		Capacidade financeira do empreiteiro e subempreiteiros
Odeh e Battaineh (2002)	Construção na Jordânia	Prazos de entrega de materiais
		Trabalhos a mais (aumento na quantidade de recursos utilizados)
		Interferência directa do DO
		Falta experiência do empreiteiro
		Cashflow irregular
		Produtividade da mão-de-obra
		Tomadas de decisão lentas por parte do DO
		Planeamento irrealista
		Problemas relacionados com os subempreiteiros

Quadro 4 (Continuação) - Estudos sobre atrasos na construção

Autores e ano de publicação	Objecto de estudo	Causas de atrasos (os mais relevantes)
Assaf e Al-hejji (2006)	Construção na Arábia Saudita	Interferência directa do DO
		Adjudicação da obra em concurso público pelo preço mais baixo
		Falta de mão-de-obra
		Cashflow irregular
		Atraso e demora na aprovação e revisão de documentos de concepção do projeto
Sambasivan e Soon (2006)	Construção na Malásia	Alterações ao projeto por parte do DO
		Planeamento inadequado
		Mão-de-obra pouco qualificada e com falta de produtividade
		Planeamento inadequado
		Má gestão do estaleiro por parte do empreiteiro
		Experiência do empreiteiro inadequada
		Cashflow irregular
		Problemas com os subempreiteiros
		Falta de material
		Falta mão-de-obra
Moura, Teixeira e Pires (2007)	Construção em Portugal	Falha e falta de equipamentos
		Falta de coordenação
		Erros durante a construção
		Responsabilidade directa do DO
		Concepção do projeto (<i>design</i>)
Sweis, Sweis, Hammad e Shboul (2008)	Construção na Jordânia	Especificidade e complexidade do projeto;
		Responsabilidade do empreiteiro
		Factores externos
Matias e Cachadinha (2010)	Construção em Portugal	Cashflow irregular
		Alterações por parte do DO
		Especificações do projeto
		Legislação
		Existência de contradições e incompatibilidades entre os documentos do projeto
		Interação entre os vários intervenientes
		Retrabalho devido a mudança e revisão de projeto
		Condições no local imprevisíveis
		Planeamento geral irrealista
		Falta de mão-de-obra

A literatura apresenta também estudos que tipificam os erros por omissão mais comuns em projetos de construção (Quadro 5, em Love *et al.*, 2009), assim como o seu impacto nos custos directos da construção (Burati *et al.*, 1992). Ainda que o objectivo das perguntas efectuadas neste estudo não inclua a caracterização detalhada dos erros por omissão do projeto, o estudo deste tipo de erros está implicitamente incluído neste trabalho, nomeadamente na análise da taxa de ocorrência de pedidos de esclarecimento/informação (RFI's – *Request for information*) durante a Fase de Concurso e para as várias áreas indicadas aos participantes.

Quadro 5 - Caracterização dos erros por omissão dos documentos do projeto (Love et al 2009)

Categoria da patologia	Descrição	Exemplo das causas dos erros de omissão
Práticas correntes	Patologia com origem em práticas deliberadas dos intervenientes	Falha em conduzir revisões de projeto; Distribuição de documentos com tentativas de concepção;
Tarefas	Patologia com origem na natureza das tarefas a serem executadas	Falha em detectar e corrigir uma omissão na documentação do projeto; Pressão relacionada com o factor tempo que resulta numa má distribuição do tempo alocado as diferentes tarefas;
Convenção	Patologia com origem em standards e rotinas	Reutilização de especificações e soluções de concepção existentes; Falha em aderir a novas políticas das empresas;
Circunstância	Patologia com origem no ambiente ou situação em que o projeto opera	Orçamentos de concepção baixos significam que tarefas vão ser deliberadamente deixadas de fora; Pressões relacionadas com o factor tempo que resulta em algumas tarefas que não são executadas no tempo apropriado;
Ferramentas	Patologias com origem nas características de uma ferramenta técnica	Inoperabilidade com aplicações de software CAD (falha em procurar inconsistências nas várias especialidades); Simplificação de tarefas e negligência para com outros aspectos da concepção do projeto;

Love *et al.* (2009) referem também a importância da comunicação na ocorrência de erros e omissões. Comunicações ambíguas, que não providenciem direcções correctas e claras de quando, como e que tarefas devem ser executadas, podem resultar na ocorrência de erros e omissões. Este factor é preponderante na fase de definição do projeto aos projetistas por parte do DO. A correcta e precisa definição do projeto por parte do DO pode originar uma menor incidência de erros por omissão durante a fase de concurso e ainda uma menor ocorrência de alterações ao projeto decretadas pelo DO durante a sua construção, e a sua correcta definição na Fase de Concepção do Projeto e Preparação de Concurso é alvo de estudo nesta dissertação através de um grupo de perguntas relativas a este aspecto.

Bubshait (1998) considera que existe também uma relação directa entre o preço pago pela concepção do projeto (*design*) e a ocorrência de erros e omissões, e que a escolha dos projetistas é crítica para se conseguir qualidade no projeto construído.

Estas considerações podem levar a uma questão mais abrangente acerca da necessidade de desperdício. A natureza – provavelmente o mais complexo sistema existente – é rica em desperdícios e até produz “produtos” com defeito o que, na perspectiva de Darwin, é um dos instrumentos de aprendizagem e de desenvolvimento de novos e melhores “produtos”. Deste modo, se aceitarmos a natureza complexa e dinâmica da construção, devemos olhar cuidadosamente para o valor do desperdício (Bertelsen, 2004).

Apesar de na indústria da construção ser inevitável algum desperdício, os ganhos potenciais da redução de desperdícios de construção são substanciais e podem ser um incentivo para os participantes dos projetos de construção adoptarem medidas que minimizem esses desperdícios (Bossink e Brouwers, 1996). Para minimizar estes desperdícios é ainda sugerido que medir o desempenho da indústria é fundamental, de modo a se conhecer o que está a afectar o desempenho dessa indústria. Assim, podemos saber onde e que tipo de melhorias devem-se fazer de modo a diminuir esse desperdício (Leong e Tilley, 2008).

Ao lidarmos com o conceito de desperdício devemos então adoptar o princípio de Shingo, de acordo com o qual se deve otimizar o sistema como um todo antes de tornar os seus detalhes mais eficientes independentemente. Num sistema complexo devemos reconhecer que o óptimo para o sistema global é muitas vezes sub óptimo para a maioria das suas partes (Bertelsen, 2004).

2.2. Implementação das metodologias *Lean Construction*

2.2.1.1. Implantação em projetos – controlo estratégico e controlo operacional de projeto

Toni e Maneghetti (2000) na sua dissertação “*Traditional and innovative paths towards time-based competition*” afirmam que a nova abordagem estratégica do factor tempo surge da percepção das duas dimensões de “fornecimento” que condicionam o comportamento dos compradores: inovação dos produtos e rapidez e pontualidade nas entregas.

Por outro lado, segundo Lee *et al.*, (2006) e considerando-se a principal função de “controlar”, o termo pode ser dividido em duas abordagens genéricas diferentes: controlo estratégico de projeto e controlo operacional de projeto.

Controlo estratégico pode ser definido como o conjunto de acções que são incorporadas no projeto de forma a alcançar um objectivo estratégico no projeto por ajuste de tempo, custo, recursos e objectivos. Por outras palavras, toma as decisões de base que servirão de guia para as decisões operacionais. Implementar uma abordagem estratégica de controlo permite ao director de projeto analisar não só as relações entre as diferentes partes envolvidas e as suas relações sequenciais e

trabalho, como também o impacto que um acontecimento ou decisão terá no desempenho global do projeto. Após a implementação de uma abordagem estratégica de controlo de projeto, uma análise de controlo operacional permite administrar uma observação detalhada do processo de produção com base nos fundamentos estratégicos pensados nas fases de concepção do projeto (Lee *et al.*, 2006).

O controlo operacional de projeto pode ser definido como as acções tomadas para alcançar os objectivos em termos de tempo, custo e recursos. Por outras palavras, representa as fases necessárias para alcançar uma estratégia de projeto definida.

Deste modo, uma das grandes diferenças entre controlo estratégico de projeto e controlo operacional de projeto é que o controlo operacional de projeto não inclui a mudança de objectivo. De forma a tomar decisões operacionais, um conjunto de actividades é definida para um projeto, considera-se que estas têm comportamento discreto e que temos informações detalhadas acerca de custos, recursos e tempo disponível. Neste sentido, é conduzida uma análise discreta para identificar os efeitos da avaliação de tempo, custos e recursos de modo a serem atingidos os objectivos propostos. No entanto, para implementar uma estratégia de controlo estratégico de projeto, não pode tratar-se em separado um conjunto de actividades e partes envolvidas. Em alternativa, estas devem ser consideradas como elementos contínuos ao longo do projeto. Desta forma, uma decisão estratégica pode ser tomada depois de se ter considerado o seu impacto no projeto como um todo e não apenas como a soma das partes “individuais” envolvidas (Lee *et al.*, 2006).

Ambas as abordagens são necessárias para controlar de forma efectiva um projeto. O controlo estratégico de projeto analisa o impacto global esperado provocado por uma determinada decisão de forma a atingir o melhor resultado possível. Seguidamente, o controlo operacional de projeto conduz uma análise detalhada de forma a compreender como ajustar os factores tempo, custos e recursos para alcançar o objectivo pretendido. Neste contexto, as duas abordagens devem ser integradas, complementando-se entre si de forma a gerir projetos de construção complexos e com grande incerteza (Lee *et al.*, 2006).

O objectivo do controlo do projeto é a melhoria à sua performance, melhoria essa que, segundo Kim e Park (2006), é conseguida com a estabilização do fluxo de trabalhos no projeto. Isso pode melhorar o desempenho geral do sistema, tornar as actividades e resultados mais previsíveis, simplificar a coordenação e revelar novas oportunidades de melhoria. Os autores concluem ainda que a forma de o conseguir é através da elaboração de um plano detalhado ao longo do projeto – conceito LPS, afirmando que a estrutura de trabalho *Lean* é um processo de planeamento. As decisões têm que ser tomadas numa fase inicial do projeto e o que tem que ser feito tem de considerar a forma como vai ser feito ou permitir espaço suficiente para decidir mais tarde. Muitas vezes, as mudanças são causadas por se especificar demasiado o que se pretende, em detrimento da forma de o alcançar.

Mishra e Shah (2009) referem que os ambientes de desenvolvimento de novos produtos são tipicamente caracterizados por terem níveis altos de incerteza e “equivocabilidade”. Esta realidade invoca uma abordagem integrada de resolução de problemas que requer um envolvimento dos

intervenientes chave nas fases iniciais do processo de desenvolvimento do produto e que permita a partilha de informação em ambos os sentidos de toda a cadeia de desenvolvimento-produção do produto.

Gabriel (1997) refere ainda que os elementos chave para a aplicação de uma abordagem *Lean* à gestão de projeto por parte do cliente são:

- Representantes individuais do cliente e de todos os intervenientes chave do projeto;
- Um representante do cliente único que possa servir de autoridade máxima - poder decisório imediato;
- O controlo do cliente pelo seu representante;
- Uma equipa de projeto com relação próxima entre si que inclua o representante do cliente, os empreiteiros e os projetistas;
- Uma forma contratual de gestão de construção que ligue todos os empreiteiros ao DO através do seu representante.

A aplicação de *Lean Construction* oferece vantagens para o cliente em termos de risco, através de um correcto balanço entre desempenho, qualidade e valor do dinheiro (Gabriel, 1997).

2.2.2. Concursos e Contratos

Na gestão da construção, uma actividade é baseada no contrato celebrado e existem contratos transaccionais definidos que regulam os objectivos e deveres dos vários intervenientes (Howard e Ballard, 1994), e a selecção do tipo de contrato e forma de trabalho pode influenciar directamente a criação (ou eliminação) de barreiras que condicionam a comunicação e inovação entre os participantes do projeto (Bae e Kim 2008), bem como a forma como se comportam (Feng *et al.*, 2008), enquanto que a escolha dos mecanismos e interfaces que regulam as relações da “cadeia de topo” está criticamente relacionada com o desempenho posterior do projeto (Caldwell *et al.*, 2009). Gordon (1994) sugere que a selecção do método de contrato apropriado para cada projeto pode reduzir os custos, em média, em 5% (em Love *et al.*, 2008), e a falha em escolher o método mais apropriado é a primeira causa relacionada com a insatisfação em relação ao mesmo (Love *et al.*, 2008, Miller *et al.*, 2009).

Tradicionalmente os critérios de selecção do tipo de contratação (*procurement*) são baseados em torno dos conceitos tempo, custo e qualidade. Apesar de estes critérios ajudarem o cliente como orientação na compreensão dos atributos básicos de um sistema de contratação particular, não devem ser utilizados como o suporte para a selecção de um método de contratação. Tal deve-se à complexidade subjacente e associada à sobreposição das necessidades do cliente com um método de contratação específico (Miller *et al.*, 2009)

Segundo Morledge *et al.* (2006), a selecção da estratégia de contratação apropriada tem dois componentes (em Love *et al.*, 2008 e Miller *et al.*, 2009):

- Análise – avaliação e estabelecimento das prioridades para os objectivos do projeto e a atitude do cliente para o risco;
- Escolha – considerar as opções possíveis, a sua avaliação e a selecção da mais apropriada.

A *National Economic Development Agency* - Londres (1985) identifica nove critérios que os clientes podem utilizar para seleccionar as suas prioridades para o projeto (em Love *et al.*, 2008):

- Tempo: é necessária a conclusão antecipada?
- Certeza no tempo: é importante a conclusão do projeto a tempo?
- Certeza no custo: é necessário um preço “firme” antes que qualquer compromisso para a construção seja dado?
- Competitividade no preço: é a selecção da equipa de projeto através de selecção competitiva importante?
- Flexibilidade: vão ser necessárias variações ao projeto depois do trabalho no estaleiro ter começado?
- Complexidade: a construção precisa de ser altamente especializada, tecnologicamente avançada ou com um nível de serviço muito alto?
- Qualidade: a qualidade do produto, em termos de material, acabamentos e conceito de concepção é importante?
- Responsabilidade: é desejada que a responsabilidade total, depois do inicio da construção, seja do cliente ou que este seja responsabilizado directamente pela concepção do projeto e custos?
- Risco: é importante para o cliente a transferência do risco de derrapagens de custo e tempo?

Para analisar com mais detalhe as variáveis que afectam a decisão do cliente pelo sistema de contratação, as suas prioridades na selecção do mesmo e possíveis técnicas e ferramentas a utilizar ver Love *et al.* (2008) e também Miller *et al.* (2009).

A maioria dos clientes querem que o projeto seja completado a tempo, dentro do orçamento e com a máxima qualidade, apesar de nos anos mais recentes o comportamento ambiental (i.e. pegada de carbono) e os requisitos normativos e legislativos (i.e. saúde e segurança) sejam também aspectos proeminentes do processo (Love *et al.*, 2008). No entanto, os profissionais envolvidos são tipicamente conservadores e relutantes a implementar a mudança, apoiando-se muito na sua experiência passada, em vez de escolherem o modelo de contratação de acordo com o projeto em questão (Miller *et al.*, 2009). A abordagem tradicional de contratação tende a centrar-se no custo inicial de aquisição e na especificação técnica com que o produto é entregue, e tipicamente não há nenhuma tentativa para estimar e minimizar o custo do ciclo de vida do projeto, tornando o próprio processo de aquisição ineficiente e mais oneroso (Cullen *et al.*, 2005).

Com a competitividade presente na indústria da construção e com a tradicional abordagem de apresentar propostas abaixo do custo, muitas vezes a única forma do empreiteiro se manter no negócio

ou simplesmente ter um retorno razoável do seu investimento é usar todas as oportunidades para cortar custos e fazer “atalhos” na entrega do produto ou fazer dinheiro em “trabalhos a mais” e contratos de manutenção (Cullen *et al.*, 2005). Podemos afirmar que a gestão da construção tradicional se apoia em estratégias de reação defensivas em relação à produtividade e margens de lucro praticadas na construção, o que leva a uma concentração de esforços em tudo o que não pertence directamente à organização da produção do projeto. (Andersen *et al.*, 2008), e tem-se vindo a evidenciar uma ânsia dos empreiteiros pelos erros dos restantes intervenientes no processo, munidos de quadros jurídicos fortemente motivados e especializados nas reivindicações e reclamações, e exclusivamente dedicados a conflitos (Couto e Teixeira, 2006).

Na indústria da construção civil, os contratos de construção dão poder ao DO para alterar, adicionar ou retirar *itens* de trabalho em qualquer altura por via das alterações ao projeto, alterações que posteriormente são usadas pelo construtor para rentabilizar lucros e minimizar as perdas originadas pela competitividade e apresentação de propostas abaixo do custo (Hammad *et al.*, 2010, Rowlinson e Cheung, 2004, Feng *et al.*, 2008). Tipicamente estas mudanças são quantificadas pelo custo total da instalação de um novo produto. No entanto, o custo real destas alterações é difícil de quantificar e pode não incluir considerações acerca do tempo que os outros intervenientes chave vão demorar a perceber a alteração, a refazer e resolver conflitos entre desenhos, e depois a (re) fabricar o item.

Os processos de aquisição e contratos parecem pressupor uma atitude adversaria entre as partes e, mesmo que os intervenientes queiram, é difícil colaborar e operar de forma *Lean* (Mossman, 2009).

Cullen *et al.* (2005), da Universidade de Warwick – *Warwick Manufacturing Group*, concluiu que:

- O tipo de contrato que permite que uma parte imponha o seu poder sobre a outra cria relações adversárias;
- Situações adversárias criam custos;
- Custos = desperdício;
- A aplicação do formato tradicional de contratos mina a aplicação de *Lean*.

A contratação de bens públicos está sujeita a restrições legais que não encontramos na contratação privada. Enquanto ambos os processos de contratação procuram a otimizar a eficiência total dos projetos, a contratação pública tem que respeitar critérios legais de transparência, concorrência justa, equidade de oportunidades (Eriksson e Westerberg, 2010) e assegurar aspectos relacionados com o interesse público e as decisões governamentais (Vansant, 1974). Devido às elevadas somas de dinheiro gastas em construções públicas e as histórias de corrupção associadas a estas contratações, os governos têm leis específicas que regulam os procedimentos necessários para se lançarem novas empreitadas.

As leis públicas encaram uma construção como um produto, e o empreiteiro geral como o vendedor e a lei requer que produtos comprados com dinheiros públicos provenham de um ambiente

de concorrência aberto. Existe então a tradição de apresentar propostas competitivas por parte dos construtores candidatos à empreitada. Por outro lado, quando características técnicas especiais são consideradas essenciais, o DO público pode adquiri-los através de negociação. Deste modo, um arquitecto, um advogado ou outro tipo de técnico pode ser contratado através de negociação directa (Vansant, 1974). Os privados não se regem pelas mesmas leis e é normal este sector fazer uma pré-selecção dos empreiteiros candidatos ao projeto (Eriksson e Westerberg 2010), permitindo assim uma maior flexibilidade nos parâmetros contratuais a adoptar.

Ballard (2008) afirma que são necessários contratos que façam convergir os interesses de todos os membros pertencentes à equipa de projeto na proceussão ao ideal *Lean*; i.e., para entregar o projeto gerando valor e reduzindo o desperdício. A matriz contratual adoptada pode criar melhor coordenação e ajudar os intervenientes no projeto a cumprirem as suas promessas, devendo efectivamente suportar e serem inicialmente direccionados a aplicação de sistemas *Lean* (Kim e Park, 2006). Este tipo de contrato é chamado, “relacional” (Ballard, 2008). O objectivo é criar uma estrutura de compensação que encoraje os participantes a funcionar como uma equipa de alto desempenho e que leve os indivíduos a tomarem a responsabilidade pelo sucesso de todo o projeto (Darrington e Lichtig, 2010), através de atitudes proactivas e de *problem-solving*. A atitude dos participantes é mesmo um factor crítico na utilização e implementação de sucesso das técnicas *Lean* (Kim e Park, 2006).

Para a adopção *Lean* é também conveniente que os contratos prevejam meios e regras para a resolução de disputas e a criação de uma dinâmica de resolução de problemas partilhada (colaborativa) e sustentável (Larson, 1997). Cheung e Yiu (2006) sugerem que as disputas têm três componentes básicos, nomeadamente: as disposições do contrato, eventos inesperados e conflito, e os elementos chave que mais contribuem para a sua ocorrência são os pagamentos relacionados com “acontecimentos inesperados” e a divergência de interesses e de traços de personalidade Cheung e Yiu (2006).

Um projeto de construção envolve o DO, os empreiteiros, os subempreiteiros, a supervisão (fiscalização), fornecedores, o Governo e organizações públicas (Xiaozhong e Haishuang, 2009) e a incerteza em projetos de construção, nomeadamente na aplicação dos princípios da LC, cresce em proporção com o número de participantes envolvidos (Howell, 1999). A crescente complexidade técnica dos projetos levou também a que mais especialidades e intervenientes interajam entre si o que originou a tendência de obter serviços/recursos por *outsourcing*, originando uma “propagação de risco” ao longo da cadeia de subcontratados. Isto obriga à implementação sistemática de soluções integradas e relações de cooperação que identifiquem e consigam produzir valor acrescentado com técnicas de “pensamento partilhado” (*joined thinking*) (Smyth et al., 2010). Podemos entender um projeto de construção como um jogo de interesses entre várias entidades que requer coordenação, negociação e mecanismos de comunicação e onde as várias necessidades e expectativas das entidades intervenientes são diferentes, o que leva a que os factores que conduzem à satisfação dos vários elementos sejam diferentes (Xiaozhong e Haishuang, 2009).

Kim e Park (2006) referem que os contratos devem ser orientados de forma a criar um grande envolvimento do DO, empreiteiros e subempreiteiros, que têm de definir os seus papéis e responsabilidades no projeto, fomentar a coordenação e ajudar a responsabilização (e a manutenção de promessas) por parte destes – suporte à implementação de *Lean*. Estas técnicas de contratação mais cooperativas (especificação conjunta, parâmetros de avaliação de propostas que não privilegiem o preço, selecção de subempreiteiros conjunta, pré-selecção de empreiteiros candidatos, ferramentas colaborativas, e auto-controlo por parte do DO) têm geralmente uma influência positiva no desenvolvimento dos projetos (Eriksson e Westerberg 2010).

No entanto, novas formas contratuais com diferentes responsabilidades e “papéis” para os intervenientes requerem novas formas de comportamento e pensamento (Ballard, 2008).

Apesar de existirem subclassificações, os sistemas de contratação podem ser classificados como (Miller *et al.*, 2009):

- *Design-Bid-Build* (Tradicionais - separados);
- *Design – Build* (integrados);
- De gestão da construção (por pacotes);
- Colaborativos (“relacionais”).

– **Contratos *Design-Bid-Build***

O método de contratação tradicional, através do qual o DO é responsável pela especificação do produto (Song *et al.*, 2009) é um processo através do qual a construção é “entregue” (no sentido lato da palavra), e continua a ser o método mais comumente usado. (Miller *et al.*, 2009). Normalmente o DO contrata um Gabinete de Projeto para desenvolver o projeto (*design*) e preparar os documentos necessários para construir o projeto (Kuprenas e Nasr, 2007), de modo a estabelecer-se uma base sólida para a contratação competitiva (Song *et al.*, 2009). Os projetistas são normalmente pagos proporcionalmente aos trabalhos prestados, ao passo que a compensação do construtor é tipicamente dissolvida nos custos da construção (Kuprenas e Nasr 2007), sendo que, devido ao processo de contratação competitiva, os construtores são forçados a praticar margens de lucro cada vez mais pequenas (Miller *et al.*, 2009). Este aspecto pode, por si só, comprometer de várias formas o sucesso do projeto e a criação de valor numa perspectiva mais holística do termo, e Cheung e Yiu (2006) sugerem que em projetos complexos com a prática comum de “*Design-Bid-Build*” seja mais provável acontecer disputas.

No entanto, existem muitos casos onde a contratação tradicional permanece apropriada. Por exemplo, numa construção “simples” (um bloco de casa de banho por exemplo) onde existe pouco ou nenhum espaço para inovação na concepção do projeto, o custo provável é conhecido em avanço e há um número variado de construtores com experiência para “entregar” o projeto, um concurso competitivo para a construção baseado em concepções *standard* parece apropriado (Miller *et al.*, 2009).

– Contratos *Design-Build*

A literatura é, de um modo geral, bastante positiva em relação ao custo - benefício dos contratos *Design-Build* (para aprofundar o tema ver o estudo de efectividade de *Design-Build*, USDOT - *Federal Highway Administration, Design-build effectiveness study-final report, January 2006*), e este modelo de contratação oferece a possibilidade da construção realizar todo o potencial de desenvolvimento (Ballard e Howell 1998).

Existem várias desvantagens nos contratos *design-bid-build*. A maior será talvez a relacionada com alterações ao projeto. Na realidade, a maior parte das empreitadas terão alterações ao projeto, muitas delas terão muitas alterações (Perkins, 2009). O estudo de Perkins (2009) revela que o crescimento do preço total da empreitada durante a construção, o número médio de alterações ao projeto e o custo médio dessas alterações eram significativamente menores em projetos de *design-build*, em comparação com o modelo tradicional. Estas alterações referem-se a alterações tecnicamente controláveis (engenharia) e não a alterações por força maior (solos diferentes, etc). Kim e Park (2006) sugerem ainda que em projetos complexos, na prática comum do tradicional “*design then build approach*” as disputas são mais prováveis de aparecerem.

O processo de *design-building* começa com a estipulação, pelo DO, dos critérios de concepção do projeto. Estes critérios explicam os resultados que o DO espera do projeto e que é da sua responsabilidade fornecer (áreas, número de divisões, equipamentos, etc) (Perkins, 2009). Seguidamente o projeto (ideia) vai a concurso público, à semelhança do modelo tradicional.

Tradicionalmente as propostas terão duas secções: a concepção preliminar proposta e as qualificações técnicas do empreiteiro (quaisquer que fossem pedidas pelo DO), e o preço proposto para a empreitada. As propostas são então analisadas por um comité de avaliação, que decide qual das propostas traz mais valor (e garantias) ao DO e o projeto é adjudicado. De seguida, o construtor aceita a responsabilidade da totalidade ou de uma parte da concepção proposta (Miller *et al.*, 2009) e os projetistas podem começar a trabalhar directamente com o DO de forma a encontrar meios de redução de custos e tempo da obra (Perkins, 2009).

Com este tipo de contratação é possível assegurar o início da construção mais rapidamente e a integração da concepção e da construção do projeto pode resultar num planeamento mais efectivo (Miller *et al.*, 2009). No entanto, é comum que o potencial de integração não seja bem utilizado (Ballard e Koskela 1998) e estudos sugerem que as diferenças do custo total da obra entre os dois sistemas não são significativas. Sugerem no entanto ganhos relativos ao tempo. Este modelo tem ainda duas grandes vantagens para os Donos de obra: os erros de concepção são virtualmente erradicados como fonte de alterações ao projeto, já que o projetista e o empreiteiro são a mesma entidade e, consequentemente, os erros de concepção do projeto (*design*) são imputados ao empreiteiro (Perkins, 2009).

Para uma análise mais detalhada dos pontos-chave a considerar, bem como vantagens, desvantagens e quando este método deve ser utilizado ver Miller *et al.*, 2009.

O estudo de Puerto *et al.*, (2008) conclui que a redução do tempo do projeto é o motivo principal para que os donos de obra escolham a forma de contrato *design-build*. No entanto, uma barreira significativa pode ser a correcta avaliação dos empreiteiros candidatos e a escolha da proposta vencedora (Asmar *et al.*, 2010).

– Contractos de gestão da construção

Existem várias variantes deste tipo de contratação, e incluem: gestão do contrato, gestão da construção e concepção do projeto (*design*) e gestão. Existem diferenças subtis nestes tipos de contrato. No caso da gestão de contrato, a entidade contratada tem ligações contratuais directas com todos os outros trabalhos contratados e é responsável por todos os trabalhos de construção. Na gestão da construção, a entidade contratada recebe um pagamento para gerir profissionalmente o processo de construção, desenvolver um programa e coordenar a concepção do projeto (*design*) e as actividades de construção, e para facilitar a colaboração e melhoramento da construtabilidade do projeto (Miller *et al.*, 2009).

No caso da contratação, o foco deste trabalho será marcar a diferença entre as práticas mais tradicionais e o modelo *design-build*, referindo ainda a necessidade de contratos mais “relacionais”, nomeadamente a existência de parcerias. No entanto, este ponto não será extensamente desenvolvido. Para aceder a uma explicação pormenorizada sobre estes conceitos, as suas vantagens e desvantagens e os seus pontos-chave pode consultar-se Miller *et al.* (2009).

– Formas de contrato relacionais – As parcerias e a necessidade de confiança

Em meados dos anos 90, Gregory A. Howell tomou conhecimento dos documentos publicados por Ian MacNeill, o principal impulsionador e teórico do conceito de “formas de contratos relacionais – contratação relacional”. Este argumenta que a teoria clássica de contrato é baseada na ideia de simples transacções discretas e ignora os acordos necessários para suportar as relações necessárias em ambientes de contratação mais complexos (Ballard e Howell, 2005). A relação entre o tipo de contrato e os tipos de sistemas de produção e projetos está representada na Figura 4.

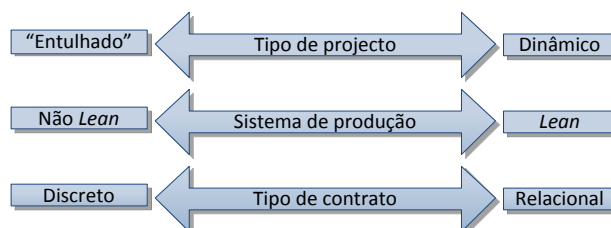


Figura 4 - Relação entre o tipo de contrato e os tipos de sistemas de produção e projetos (Ballard e Howell, 2005)

Mais tarde, em 2005, Gregory A. Howell lidera um simpósio com Glen Ballard para explorar e desenvolver a relação entre a *Lean Construction* e a “contratação relacional” (Ballard e Howell, 2005).

Contratação relacional é uma transacção ou mecanismo que procura dar um reconhecimento explícito à relação comercial entre as partes do contrato. Essencialmente, os termos do contrato assumem menor preponderância que a relação em si, com mecanismos para conseguir esse foco na confiança e parceria (Colledge, 2005).

As técnicas de contratação baseadas em pressupostos “relacionais” exigem uma abordagem que difere dos sistemas mais tradicionais e requer uma abordagem de gestão que inclui (Miller *et al.*, 2009):

- Planeamentos conjuntos de longo prazo e horizontes de monitorização;
- Filosofias corporativas que sejam compatíveis com as relações chave – i.e. os actores partilham a mesma visão estratégica;
- Riscos e recompensas partilhados ao longo do tempo;
- Base de fornecedores racionalizada que permita melhorar a coordenação e reduzir os custos transaccionais;
- Propensão para a partilha de informação;
- Enfoque nos custos totais e em nivelar a tecnologia desejada e considerada apropriada.

O uso de formas de contrato “relacionais” no negócio em geral e na construção em particular tem crescido ao longo dos últimos 30 anos. Esta abordagem cooperativa ou relacional é ilustrada, por exemplo, pelo uso de parcerias, e com o argumento de que é uma forma de contratação mais eficiente e efectiva para certo tipo de transacções, particularmente aquelas que exigem uma colaboração próxima para realizar projetos de construção complexos (Colledge, 2005). Estas formas de contratação são baseadas no reconhecimento de benefícios comuns e de cenários *win-win*, através de relações mais cooperativas entre as várias partes (Rahman e Kumaraswamy, 2002, Rowlinson e Cheung, 2004), e abraçam várias abordagens diferentes, como as parcerias, alianças, *Joint Venturing* e outros acordos de trabalho colaborativos que permitam melhores mecanismos de partilha de risco (Rowlinson e Cheung, 2004). Este tipo de contratação mais relacional pode ser um meio muito útil para conseguir reduzir os custos das transacionais, ao mesmo tempo que fomenta relações de cooperação e um melhor trabalho de equipa o que, por si só, facilita a gestão do risco partilhada (Rahman e Kumaraswamy, 2002).

Os projetos de construção sempre tiveram problemas de cooperação entre as várias partes, índices de confiança limitados e uma comunicação ineficiente entre os intervenientes chave (Doudou e Liang, 2009) e a indústria tem dado considerável atenção à elaboração de parcerias como um meio de transformar os ambientes hostis nas relações dono obra/empreiteiro em relações mais colaborativas “dentro da equipa”, (Larson, 1997, Gadde e Dubois, 2010) e como um meio de atingir melhores resultados e limitar o número de disputas entre as partes (Doudou e Liang, 2009).

O *Construction Industry Institute* (CII) definiu o termo parceria como: (Gadde e Dubois, 2010, Glagola e Sheedy, 2002) “Um compromisso de longa data, entre duas ou mais organizações, com o intuito de atingir os objectivos de um negócio específico e com a maximização da eficácia dos recursos de cada participante. Isso requer uma alteração das relações tradicionais para uma cultura de partilha que ultrapasse limitações organizacionais. A relação é baseada na confiança, dedicação ao cumprimento de objectivos comuns e na compreensão das expectativas e valores de cada um dos outros participantes.”

Pode ser também definido de forma mais simples, como sendo uma abordagem estruturada de gestão que permite facilitar o trabalho de equipa para além das fronteiras contratuais (Rowlinson e Cheung, 2004).

Como foi referido, existem outro tipo de contratos considerados “relacionais”, como por exemplo as alianças, mas neste trabalho será dado mais ênfase à possibilidade de criação de parcerias. As alianças diferem das parcerias, fundamentalmente, na forma como o risco é gerido e partilhado. Nas alianças o risco é aceite e assumido por todos os participantes em vez de um acordo de risco partilhado, que é o caso das parcerias. O resultado *win-win* ou *lose-lose* nas alianças é a sua característica fundamental, ao passo que nas parcerias é possível que uma parte perca ao mesmo tempo que a outra ganha (Miller *et al.*, 2009).

Na indústria da construção, e apesar de, na maioria dos casos, compradores e fornecedores já terem estado envolvidos em negócios entre si no passado, a longevidade dos compromissos (ou existência de compromissos de longa data) é discutível e as relações tendem a ser mais irregulares e intermitentes. De acordo com Gadde e Dubois (2010) esta instabilidade nas relações deve-se ao facto de a indústria da construção tentar evitar a dependência de parceiros de negócio específicos e evitar três tipos de “precipícios”. Ao terem conhecimento que podem contratar vários “fornecedores” para um mesmo “produto”, assume-se que as entidades contratantes sejam capazes de:

- Reduzir a incerteza de transacções simples já que há vários “fornecedores” disponíveis;
- Evitar ficarem “presas” à solução técnica de um único “fornecedor”;
- Encorajar a competição de modo a estimular o desempenho do “fornecedor” em termos de preço.

Deste modo, uma análise das características que regulam a interacção entre as partes na indústria da construção revela que esta interacção não favorece as condições necessárias para existirem ciclos de aprendizagem e inovação na construção, e o foco na descentralização e na contratação competitiva enfatiza esse carácter (Gadde e Dubois, 2010).

Insatisfeitos com os fracos desempenhos dos projetos associadas à fragmentação da indústria e conflito, os clientes têm olhado cada vez mais para formas de trabalho e relacionamento alternativas com os empreiteiros e com os outros membros do projeto e o resultado foi o desenvolvimento de várias formas de parceria ou contratos mais “relacionais”. (Bresnen e Marshall, 2002). O aumento de eficiência dos projetos e a adopção de modelos que permitam uma gestão mais flexível é a tendência

da gestão de projetos (Larson, 1997) e é o aumento de confiança mútua e cooperação que existe nestas formas de contratos mais “relacionais” que potenciam as vantagens e competitividade comercial (Colledge, 2005).

O CII detalha os nove elementos, listados em baixo, considerados essenciais para o sucesso de um esforço de parceria (em Glagola e Sheedy, 2002):

- O uso de um processo de planeamento formal para a selecção de parceiros e/ou construção da equipa de projeto;
- O uso de um plano de implementação da parceria/*team building*;
- Os objectivos para o *team building* e/ou selecção de parceiros está definido;
- Existe um processo formal para a selecção de equipas e parceiros;
- O processo de selecção de parcerias/*team building*, plano de implementação, objectivos, etc., são comunicados à organização;
- O desenvolvimento de um acordo de parceria;
- É estabelecida uma equipa;
- É levado a cabo um workshop de treino principal, assim como outras sessões de treino;
- A parceria/*team building* vai-se adaptando à medida que o tempo vai decorrendo (CII 1995 – Glagola e Sheedy, 2002).

No modelo tradicional, a tendência é que o DO e o empreiteiro geral assumam uma postura agressiva, baseada no conflito entre custos para o DO e lucro do empreiteiro. Quando um conflito surge, a tendência é a desresponsabilização e as decisões têm que ser tomadas no topo da cadeia de hierarquia. Isto cria atrasos difíceis, assim como decisões questionáveis já que, muitas vezes, o topo da cadeia de decisão está demasiado ausente da obra para tomar uma decisão eficaz (Doudou e Liang, 2009).

As parcerias de projeto assumem que as tradicionais relações adversas *win-lose* entre o DO e o empreiteiro degeneram em situações adversas de *lose-lose* para todas as partes envolvidas. Assumem ainda que as partes envolvidas partilham de objectivos comuns que garantem uma atitude mais colaborativa entre as partes. A título de exemplo, tanto o DO como o Empreiteiro querem acabar a obra dentro do prazo, em segurança, evitando custosos processos litigiosos e situações de re-trabalho. Ambos partilham também o interesse em reduzir custos sem comprometer a qualidade (Doudou e Liang, 2009).

A existência destes objectivos comuns, assim como os custos associados a situações de disputa provocadas por atitudes “concorrenciais” entre o DO e o empreiteiro, providenciam as bases para uma mudança de uma atitude concorrencial e disputa para uma situação mais integrada, de colaboração (Associated General Contractors of America, 1991). A estratégia chave é a construção de uma relação de colaboração entre potenciais adversários antes que os problemas e as disputas surjam (Doudou e Liang, 2009). No entanto, outros estudos mostram que, quando as formas contratuais falharam em

reflectir os objectivos “relacionais” comuns das várias partes, é gerado desperdício desnecessário e assim, custos transaccionais são criados (Cullen *et al.*, 2005).

Uma verdadeira integração, em projetos de construção, implica relações colaborativas entre todos os participantes da equipa de projeto e a continuidade de relações harmoniosas durante a execução do projeto de forma a assegurar valor para o dinheiro investido e uma optimização de todo o processo inerente à construção (Rahman *et al.*, 2006) e o desenvolvimento de relações de parceria supõem acórdãos que determinem os objectivos comuns aos participantes, a divisão de tarefas (responsabilização) e os códigos de conduta, um documento que serve de orientação para as equipas de trabalho (Larson, 1997).

Para o sucesso destes tipos de contratação e do próprio projeto, a construção de uma relação de confiança entre os participantes no projeto é também um elemento fundamental (Naaranoja e Uden 2007). A confiança e o desenvolvimento das relações sustentáveis desenvolvem-se com base no cumprimento de promessas (Mossman *et al.*, 1010), e são apoiadas em formas de contratação “relacionais” e caracterizadas por níveis altos de confiança (Rowlinson e Cheung, 2004). Quando existe confiança, os indivíduos podem ser flexíveis e responder de melhor forma a alterações na informação, movendo-se de uma cultura de auto-protecção e transferência de responsabilidades (*blame culture*) para uma cultura de resolução de problemas (*problem-solving*) (Naaranoja e Uden, 2007) melhorando assim as relações inter-organizacionais entre os principais actores do projeto (Pinto *et al.*, 2009).

Andersen *et al.* (2008) referem que, para criar ambientes de projeto em que os participantes possam desenvolver confiança, é necessário expandir as competências dos responsáveis do projeto da "gestão de projeto para a liderança do projeto". Gestão de projeto pode ser descrito como a forma de lidar com as questões logísticas e económicas do projeto ao passo que lidar com todo o processo social é mais uma questão de liderança. (sistema social – pode ser descrito como a rede de relações sociais com maior ou menor demarcação em relação às outras partes da vida social. As relações sociais entre os indivíduos consistem sempre em relações mais ou menos cooperativas e baseadas na interdependência e expectativa).

Naaranaja e Uden (2005) resumizam os benefícios da confiança, na construção, assim como as formas de conseguir construir confiança entre os participantes no projeto:

- A incerteza do resultado directo de uma acção (*outcome*) é reduzida: a confiança é importante para lidar com a incerteza. Como existem sempre mudanças na informação, ou nova informação a ser descoberta que pode ter impacto na forma como o trabalho é executado, é importante que os participantes produzam informação clara e precisa em que os outros participantes possam confiar.
- Redução do risco: Onde há incerteza, há risco. O Risco é reduzido quando as pessoas trabalham bem umas com as outras e há uma compreensão real do risco associado às actividades.

- Abordagem mais flexível: Se existir honestidade e confiança entre os participantes pode ser conseguido um ambiente de resolução de problemas (*problem-solving*) entre eles.
- Poupança de dinheiro e tempo: ao permitir a redução da incerteza, melhorar a gestão do risco e aumentar a flexibilidade, as relações de confiança reduzem custos associados à pobre comunicação e abordagens adversas aos problemas. O resultado destes problemas pode resultar em litígios dispendiosos.

No entanto, se o cliente não souber muito ou não tiver muita experiência com os empreiteiros e entidades contratadas, pensará duas vezes antes de confiar nestes (Rowlinson e Cheung, 2004). Deste modo, é fácil compreender como podemos construir confiança entre os participantes no projeto. Naaranaja e Uden (2005) referem os seguintes elementos como necessários para conseguir relações de confiança entre os participantes:

- Ser honesto nas comunicações;
- Cumprir as promessas realizadas – ser fiável;
- Integridade da organização: o papel da reputação da organização é importante, mas as pessoas dizem regularmente que confiam mais em indivíduos que em organizações. Com efeito, as organizações devem ter integridade e poder confiar nos seus próprios recursos humanos para fomentar relações com outras instituições;
- Experiência: as pessoas constroem relações de confiança ao trabalharem juntas e se provarem consistentemente que são fiáveis;
- Resolução de problemas: é importante para uma equipa resolver os problemas juntos;
- Partilhar objectivos;
- Comportamentos recíprocos: é importante “devolver” um favor na criação de relações de confiança;
- Compromisso: o compromisso dos membros do projeto ao próprio projeto é essencial para o sucesso do mesmo.

Nas formas de contratação mais “relacionais”, é o aumento de confiança mútua e cooperação existente que potenciam as vantagens e competitividade comercial (Colledge, 2005). Na perspectiva do DO, a confiança na integridade e na competência do construtor são determinantes para que ocorram relações de trabalho positivas, revelando que esta satisfação com a criação de relações de trabalho tem um impacto positivo no desempenho do projeto (Pinto *et al.*, 2009).

Durante o projeto, uma atitude justa durante as negociações de situações não previstas é também essencial para manter as sinergias de uma parceria de projeto. Estudos revelam que atitudes de parceria conduzem a poupanças significativas no preço global das empreitadas e encontram justificação para as diferenças numa redução das alterações ao projeto, menos reclamações e um trabalho de engenharia de base mais integrado (Um dos estudos é o de Weston e Gibson, 1990: “*A Guide to Partnering for Construction Projects*”, U.S. Army Corps of Engineers, Mobile District, Mobile, AL).

Howell (1999) realça a oportunidade que as parcerias providenciam para uma concepção mais colaborativa do sistema de planeamento, de forma a suportar uma colaboração estreita entre as partes e um fluxo de trabalho fiável e ao estabelecimento de relações de confiança. Na fase de concepção do planeamento serão discutidas boas e más práticas de gestão, estabelecidos um conjunto comum de objectivos, identificam-se áreas potencialmente problemáticas e desenvolvem-se orientações e regras que permitam a resolução de disputas sem violar os aspectos contratualmente aceites pelas partes e que possam comprometer a integridade de uma atitude de parceria e o projeto em si. É ainda normal que sejam discutidos objectivos e compromissos de melhoramento contínuo e a forma de partilha de lucros (não gastos) não planeados/conseguidos.

De forma a atingir objectivos comuns, a concepção do projeto tem que começar com uma fase de valorização de engenharia. Dar grande importância à economia de concepção do projeto e à simplicidade de construção é fundamental para se optimizarem recursos. A concepção do projeto optimiza-se a si própria muitas vezes, reduzindo assim, através de processos iterativos, o custo total da construção. Em adição a isto, supõem-se que os fornecedores irão fornecer materiais de grande qualidade e os empreiteiros adoptar metodologias que melhorem a produtividade do trabalho e controlar custos de investimento, com recurso a uma variedade de diferentes métodos, e melhoria do retorno dos investimentos (Doudou e Liang, 2009).

Em projeto, esta sinergia é conseguida através de reuniões preparatórias, com a participação de todas as partes envolvidas, que numa fase inicial podem ser compostas por exercícios que ilustrem os princípios de uma efectiva comunicação, trabalho de equipa e negociação e, numa segunda fase, na análise da implementação e concepção do projeto (Doudou e Liang, 2009), e é argumentado que isto melhora as relações de trabalho entre todos os intervenientes chave, facilitando a eficiência e construção efectiva de forma a potenciar retornos financeiros e minimizar a taxa de incidência de conflito, aumentando a facilidade da sua resolução (Colledge, 2005).

Gadde e Dubois (2010) sugerem que as parcerias deveriam ser diferenciadas em três níveis:

- **Parceria a nível local** – este nível está centralizado num projeto específico e tem origem nos benefícios alcançados através de uma intensa interacção durante o projeto e no estaleiro de obra. De referir que seriam possíveis condições que conduzissem a desempenhos superiores se esta interacção entre as partes se estendesse ao longo do tempo. Isto seria possível se o mercado se apoiasse menos em “contratações competitivas” e tornasse possíveis relacionamentos mais longos e contactos regulares entre as empresas envolvidas e assim iniciar a sua interacção antes de estas se encontrarem no projeto (Gadde e Dubois, 2010);
- **Parceria a nível central** – este nível explora a oportunidade de uma firma melhorar o seu desempenho através do uso de economias de escala nas suas operações. Envolve acordos de longo prazo com fornecedores específicos para produtos standardizados que são usados num grande leque de produtos diferentes e onde os ajustamentos finais são efectuados no

estaleiro de construção. A standardização permite explorar as economias de escala nas actividades de manufactura o que traz benefícios económicos ao projeto. Porém, esta centralização reduz a autoridade de projeto local, tem que ser implementada com precaução e muitas vezes complementada através de contratos locais com distribuidores com o fim de ultrapassar os constrangimentos locais e fazer as adequações logísticas necessárias (Gadde e Dubois, 2010);

- **Parceria a nível intermédio** – Este nível está entre os dois primeiros ao combinar os efeitos da gestão de projeto descentralizada e da flexibilidade e as vantagens relativas ao grande envolvimento no projeto de poucos parceiros de negócio. Está relacionada com os acordos relativos ao fornecimento de sistemas pré fabricados e pré assemblados. Estes produtos podem ser “módulos de construção”, como por exemplo, cozinhas e casas de banho, e representam uma mudança nas divisões do trabalho ao longo do projeto e implicam que as operações sejam deslocadas da construção em estaleiro para um processo mais industrial (Gadde e Dubois, 2010).

Os três níveis dos acórdãos de parceria tomam como ponto de partida uma base de fornecedores reduzida e demonstram a ambição em melhorar a colaboração e interacção no tempo e espaço. No entanto, todos os três níveis exigem estratégias de gestão e “suporte central”, incluindo que parâmetros de desempenho devem ser monitorizados (Gadde e Dubois, 2010).

Bresnen e Marshall (2002) dividem ainda os vários aspectos relacionados com as parcerias em formais, incluindo acordos, contratos e incentivos, modo de selecção de empreiteiros e fornecedores e medidas formais de construção de *team building*; e informais, incluindo os estilos de organização e gestão adoptados e a dinâmica da equipa de projeto.

Larson (1997) realça a ideia de que as parcerias são muito mais que um simples “aperto de mão”, representando um significativo aumento de investimento inicial em termos de tempo e energia com vista a estabelecer boas bases que sustentem o trabalho de equipa, a cooperação institucional acerca de procedimentos e regras para a resolução de disputas, e a criação de uma dinâmica de resolução de problemas partilhada (colaborativa) e sustentável. Estas actividades têm que ser suportadas através de uma direcção de topo activa e presente (Dono Obra e director obra/empreiteiro) e por um compromisso de todas as partes que fomente (incentivo) o trabalho de equipa.

A natureza da construção em si, muitas vezes especializada, com projetos complexos, envolvendo múltiplos participantes, com prazos de concepção e construção curtos requerem abordagens mais “relacionais”, e a mudança para estas formas de contratação mais “relacionais” é evidenciada com o crescente uso das parcerias como ferramenta, juntamente com o desenvolvimento de ferramentas de processo de construção relacionais como os “objectivos das equipas de projeto”, reuniões e revisões. O desenvolvimento de incentivos orientados para a equipa (*team-based*) ou mecanismos de recompensa são muitas vezes um dos elementos dos contratos “relacionais”, dando

assim ênfase a um real resultado (*output*) de sucesso em vez do custo ou redução da qualidade por uma das partes (Colledge, 2005).

No entanto, em vez de ser uma simples aplicação de ferramentas e técnicas, desenvolver relações de parceria efectivas resulta de um processo mais complexo e dinâmico onde processos informais têm tanta importância como mecanismos formais e é evidente que as parcerias podem-se desenvolver por vários e diferentes caminhos, com várias implicações para a qualidade das relações e eventual desempenho dos projetos/resultados, e que não existe um “template” ou estratégia definitiva para conseguir parcerias de sucesso (Bresnen e Marshall, 2002).

A essência das parcerias e dos contratos mais “relacionais” são as boas práticas da indústria. As suas raízes encontram-se fundadas na confiança, respeito mútuo e integridade e os seus objectivos são conseguidos através de uma comunicação aberta e partilha do risco e lucros (Glagola e Sheedy, 2002).

Apesar de tudo, o modelo de parceria acarreta consideráveis benefícios sociais e pode melhorar consideravelmente as relações entre o cliente e o fornecedor, melhorando substancialmente a sua comunicação (Larson, 1997). Ao permitir-se o desenvolvimento desta comunicação, cada membro da equipa de projeto perceberá melhor o risco para todas as outras partes envolvidas no processo (Glagola e Sheedy, 2002) e de uma forma geral, a adopção de contratos mais “relacionais” acrescenta valor para os envolvidos e benefícios relacionados com o sucesso do projeto (Colledge, 2005). Glagola e Sheedy (2002) referem mesmo que, em projetos do sector público, o uso de parcerias deveria ser usado sempre que seja razoável, já que o processo pode virtualmente garantir o sucesso quando aplicado da “forma correcta”. Este modelo pode reduzir efectivamente disputas (Doudou e Liang, 2009), prevenir e resolver conflitos (Yiu e Cheung, 2007), evitar desperdícios de recursos humanos, financeiros e de material (Doudou e Liang, 2009, Glagola e Sheedy, 2002) e os seus princípios deviam ser aplicados como um standard de negócio, mesmo quando processos formais não são implementados num determinado projeto (Glagola e Sheedy, 2002).

2.2.3. Concepção do projeto (*design*)

A qualidade da concepção do projeto (do *design*) ainda é o maior problema do esforço de construção, (Minchin *et al.*, 2010) e nos anos mais recentes, vários estudos têm-se focado na fase de definição e concepção de projeto, aplicando conceitos e métodos adaptados do sistema de desenvolvimento de novos produtos da Toyota (Ballard, 2008). Ballard e Howell (1998) propõem a perspectiva de que a construção é essencialmente um processo de concepção e planeamento, um processo que está “enraizado” num local e que por isso necessita que a sua fabricação/montagem seja efectuada nesse mesmo local. Compreender o processo de concepção do projeto é vital para a implementação de técnicas *Lean*, possam elas ser consideradas mais estáticas (ferramentas e controlo operacional por exemplo), ou dinâmicas (comportamento e atitudes). Este factor é especialmente

importante já que é na fase de concepção do projeto que as várias características de complexidade, incerteza e necessidade de rapidez ao projeto se encontram primeiro (Ballard e Howell, 1998) e colocam difíceis problemas gestão (Ballard e Koskela, 1998). A estrutura e gestão destas características, quando são concebidas e executadas de uma forma mais tradicional podem exacerbar a sua génese, ou podem ser contidas e adaptadas a essas características se forem seguidas as práticas de *Lean Construction* (Ballard e Howell 1998). Deste modo, a coordenação da fase de concepção do produto e do processo é um dos componentes essenciais do processo *Lean* (Howell, 1999).

Neste contexto Koskela *et al.* (2002) sugerem também que a concepção do projeto (*design*) deve ser visto simultaneamente de três formas: como uma transformação, um fluxo e um processo de criação de valor. Esta conceptualização da teoria TFV na concepção do projeto (no *design*) foi resumida pelos dois autores e encontra-se no Quadro 6:

Quadro 6 - Conceptualização da teoria TFV no *design* (Koskela et al., 2002)

	Perspectiva de transformação	Perspectiva de Fluxo	Perspectiva de valor
Conceptualização do <i>design</i>	Como uma transformação de requerimentos, especificações e outras informações de “entrada” (<i>input</i>) em produtos de <i>design</i> ;	Como um fluxo de informação composto por transformação, inspecção, movimento e espera;	Como um processo onde o valor para o cliente é criado através da satisfação e cumprimento dos seus requerimentos;
Princípios fundamentais	Decomposição hierárquica das actividades e controlo e monitorização das mesmas;	Eliminação de desperdício (actividades não necessárias); Redução de tempo; Redução da incerteza;	Eliminação da perda de valor (diferença entre o valor conseguido e melhor valor possível); Análise rigorosa dos requerimentos; Gestão sistematizada do fluxo de requerimentos de “cima para baixo” (<i>flow-down</i>); Optimização; Gestão de requerimentos;
Métodos e práticas	<i>Work Breakdown Structure</i> (WBS); Caminho crítico; Tabela de responsabilização organizacional;	Matriz estrutural de <i>design</i> ; Uma abordagem “de equipa”; Integração de ferramentas de trabalho; Parcerias;	Implantação de normas de qualidade; “Value engineering”; Métodos de Taguchi;
Contribuição prática	Tratar do que tem que ser feito;	Tratar de fazer o que não é necessário o menos possível;	Tratar de cumprir todos os requerimentos do DO da melhor Forma possível;
Nome sugerido para a aplicação prática do conceito	Gestão de tarefas	Gestão de fluxo	Gestão de valor

Deste modo, os autores conceptualizaram três formas distintas de ver a concepção do projeto (*design*), todas com a sua relação própria com a gestão de projeto. No entanto, elas não são alternativas ou teorias contrárias na concepção do projeto mas sim visões parciais e complementares.

Segundo Koskela *et al.*, (1997), não é exagero afirmar que a gestão da concepção do projeto e fase de engenharia é uma das áreas mais negligenciadas nos projetos de construção. Parafraseando Barber *et al.* (1998), planear a concepção do projeto consiste em estimar o tempo que se demora a produzir o número necessário de desenhos ao projeto, acrescido das especificações associadas (Koskela *et al.*, 2002). No entanto, os estudos mostram de forma unânime que o planeamento e controlo na fase de concepção do projeto são rapidamente substituídos pelo caos e improvisação (Koskela *et al.*, 1997) e que esta fase está na origem de muitos problemas encontrados nas fases subsequentes do projeto (Koskela *et al.*, 2002).

Neste contexto, o conceito de transformação, na concepção do projeto, conceptualiza o processo como uma transformação de requerimentos, especificações e outras informações no produto do *design* – o projeto (Koskela *et al.*, 2002). No entanto, apesar de a engenharia e o próprio processo de concepção do projeto serem processos iterativos na tentativa de se obter uma solução óptima, autores referem que um dos motivos de desperdício mais comum nesta fase está relacionado com a possibilidade do início da fase de concepção do projeto não ter toda a informação necessária disponível. Na maioria dos casos, os projetistas são obrigados a iniciar o seu trabalho apenas com um conhecimento parcial da informação (por exemplo, pesos finais para o dimensionamento das fundações). Em algumas áreas da fase concepção do projeto, como a elaboração dos pormenores construtivos, é necessário assegurar o máximo de informação antes de começar e então, paradoxalmente, poupar tempo por atrasar decisões (Freire e Alarcon, 2002).

No entanto, por outro lado, a maioria dos métodos de *current-engineering* parecem ser baseados no facto de que a engenharia é, primariamente, um fluxo. Existem várias compreensões diferentes do termo *current-engineering*. Tem sido associado ao trabalho de equipa, a ferramentas informáticas integradas, a uma nova filosofia e a um conjunto de ferramentas e técnicas e na tentativa de compreender as práticas de desenvolvimento de produtos da Toyota. A noção de *current-engineering* adoptada neste trabalho é a proposta por Koskela (2000), com se tratasse de um termo “guarda-chuva” para o movimento direccionado para a adopção de novas fundações teóricas para a concepção do projeto e métodos associados, conceptualização que cobre a maioria das compreensões descritas anteriormente (Koskela *et al.*, 2002). De facto, o termo “*current*” refere-se à consideração simultânea dos constrangimentos e oportunidades de todos os ciclos das fases de concepção do projeto, evitando ciclos de iteração (retrabalho) longos; a questão é mudar a estrutura do fluxo de informação (Koskela *et al.*, 2002).

No contexto da engenharia, a redução de retrabalho na concepção do projeto (iterações) é um dos aspectos promovidos, a par de, por exemplo, uma abordagem que enfatize a “equipa” e o acesso à

informação por “pacotes”, de modo a ser possível a sua monitorização e o acompanhamento das várias tarefas. (Koskela *et al.*, 2002; Ballard e Koskela, 1998).

Desta forma, o retrabalho é considerado um dos principais motivos de desperdício na fase de concepção de projeto, (Koskela *et al.*, 2002) e pesquisas informais feitas a equipas de projetistas revelaram estimativas onde até 50% do tempo utilizado na concepção do projeto é gasto com este trabalho desnecessário (Ballard 2000). Outros estudos revelaram que o custo do retrabalho na concepção do projeto e construção atinge entre 2% a 6% do custo do contrato (Josephson e Hammarlund, 1999). No seu estudo de caso, Koskela *et al.*, (2002) referem duas origens principais para este “trabalho desnecessário”. Primeiro, a ordem “ótima” das tarefas de concepção nem sempre estão suficientemente esclarecidas. Em segundo, mesmo que a ordem ótima seja conhecida, há factores que afastam o processo de concepção do projeto da sua sequência ótima, e levam a situações em que as tarefas de concepção do projeto sofrem uma crónica falta de informação de entrada (*input*) devido a um planeamento incorrecto das tarefas. Todavia, algumas soluções podem ajudar o progresso das tarefas de concepção do projeto apesar da falta de informação de entrada (*input*). Estas soluções, bem como as suas implicações são exemplificadas no Quadro 7 (Koskela *et al.*, 1997):

Quadro 7 - Soluções para assegurar o progresso da concepção do projeto apesar da falta de dados de entrada (dados *input*) (Koskela *et al.*, 1997)

Solução	Implicações
Assumir pressupostos que são mais tarde verificados.	Origina retrabalho se os pressupostos tiverem que ser corrigidos após a sua verificação. Por outro lado, as verificações são facilmente esquecidas ou não há tempo para as fazer, e podem aparecer discrepâncias entre concepções diferentes.
Os dados de entrada (<i>input</i>) necessários à concepção do projeto é activamente procurado durante as reuniões de concepção do projeto e por telefone.	Tende a tornar o trabalho dos outros projetistas fragmentado, prevenindo a concentração.
As iterações na concepção do projeto são eliminadas através de métodos construtivos alternativos.	Normalmente, é mais oneroso.
O Interface entre as tarefas da concepção do projeto é pré-planeado.	A solução pode vir a ser sub ótima.
As soluções de concepção são sobredimensionadas para poderem absorver todas as possíveis decisões futuras.	Solução sub ótima.
As soluções de concepção são escolhidas, em primeiro lugar, em consideração com o progresso da própria concepção do projeto (i.e., de forma a prevenir o avanço das outras tarefas de concepção o menos possível).	A solução escolhida pode ser de inferior performance em vários aspectos, como na sua funcionalidade e custo.

Em 1997, Koskela *et al.*, descreveram um estudo de caso em que a sequência ótima das tarefas de concepção do projeto foi analisada através de uma matriz estrutural de concepção: inicialmente foi preparado um planeamento (temporal) com base nas tarefas necessárias e a sua execução foi monitorizada e controlada através do *LPS*. Consequentemente, o processo de concepção

do projeto foi muito mais disciplinado em comparação com um projeto gerido de forma mais tradicional.

A emergência de formas de trabalho mais colaborativo e integrado implica ainda outra conceptualização da teoria TFV. Da perspectiva da geração e valor, a orientação é reduzir a perda de valor (em relação ao maior valor possível), do ponto de vista do cliente (Koskela *et al.*, 2002; Ballard e Koskela, 1998). Este conceito de valor também surge sob a forma de várias fases de pré-concepção necessárias para identificar os critérios posteriores de concepção do projeto (Ballard e Koskela, 1998). Práticas como a análise rigorosa e detalhada dos requerimentos do DO e a gestão sistematizada desses requerimentos durante as fases iterativas e colaborativas da engenharia, com o fim de as melhorar, são meios de otimizar essa geração de valor (Koskela *et al.*, 2002). Deste modo, a reflexão revela que o valor é gerado através de um certo tipo de processo de aprendizagem, que pode ser concebido como “o diálogo entre os meios e os fins” (Ballard e Koskela, 1998).

Em 1996, um estudo desenvolvido por Lindkvist onde um grupo de profissionais suecos foi inquirido acerca dos problemas nas fases iniciais do projeto revelou que os cinco problemas mais importantes estavam relacionados com o cliente e as suas tomadas de decisão:

- O cliente inicia o projeto demasiado tarde e prescreve uma duração demasiado curta para o mesmo;
- O cliente precisa de ser persuadido para perceber a importância de definir exactamente o que quer;
- Normalmente há tanta celeridade que não há tempo para a produção de várias soluções alternativas;
- Normalmente há pouco espaço para programações metódicas do projeto;
- Normalmente o cliente tem dificuldades em assegurar que os vários requerimentos são transparentemente transferidos para o projeto (em Koskela *et al.*, 2002).

Ainda neste contexto, Howell (1999) sugere que a coordenação da concepção do produto e processo é um dos componentes essenciais do processo *Lean*, considerando que sem uma boa integração desta fase no projeto não é possível obter resultados satisfatórios. É fundamental que exista uma filosofia de gestão e ferramentas que integrem inteiramente as visões de transformação, fluxo e valor (Koskela *et al.*, 2002).

Recentemente, vários estudos têm-se focado na fase de definição e concepção de projeto, aplicando conceitos e métodos adaptados do sistema de desenvolvimento de novos produtos da Toyota, nomeadamente o *Target Costing* e o *Set Based Design* (Ballard, 2008). Estes métodos foram adaptados à indústria da construção e integrados com modelação de computador 3D e formas de contrato “relacionais” (Ballard, 2008).

Na construção, o último participante a ser envolvido no processo é o empreiteiro, que será confrontado com os efeitos positivos e negativos relativos às etapas anteriores do projeto. No entanto, a redução dos desperdícios na construção não é apenas responsabilidade dos empreiteiros. O DO e o

projetista podem tomar opções que potenciem estes ganhos (Bossink e Brouwers, 1996). Para além disso, quanto mais cedo e maior for a integração do empreiteiro na fase de concepção do projeto, melhor vai ser o desempenho do projeto em termos de custos, prazos, qualidade, inovação, ambiente de trabalho e impacto ambiental (Eriksson e Westerberg, 2010). Se a concepção do projeto tiver ainda em conta a sequência de construção e permitir menos unidades de produção ao mesmo tempo em obra, os custos e variabilidade finais serão muito menores. Menos unidades de produção simultâneas em obra permitem também menores custos relacionados com logística, i.e. com o acompanhamento de custos e controle dos consumos internos da obra (Conte e Gransberg, 2001).

O objectivo da engenharia na fase de concepção do projeto é produzir desenhos mais acurados e em consistência com os materiais e equipamentos disponíveis de modo a minimizar o retrabalho e atrasos durante a construção (Willis e Willis, 1996). Alterações ao projeto determinadas pelo DO, consultores ou reclamadas pelo construtor devido a erros de concepção do projeto são inevitáveis em qualquer empreitada (Hammad *et al.*, 2010). Estes erros de concepção, as omissões e o retrabalho relacionadas directamente com a concepção do projeto são uma realidade na indústria da construção, e estudos mostram que o preço que os donos de obra pagam pela concepção do projeto é um dos factores que mais contribui para este tipo de erros (Bubshait 1998). Orçamentos de concepção do projeto reduzidos combinados com prazos curtos para a concepção do projeto e documentação resultam invariavelmente em tarefas omissas (revisões e verificações). Além do mais, diminuir os prazos e orçamento da concepção do projeto origina à reutilização de trabalho por parte dos projetistas (detalhes de concepção e especificações), o que pode conduzir a uma concepção do projeto que não é totalmente adequada para o seu uso final (Love *et al.*, 2009).

Porém, a gestão da concepção do projeto é pobremente conduzida nos projetos de construção, uma vez que os princípios básicos da gestão de projeto que derivam do ponto de vista da transformação não são regularmente seguidos. Similarmente, a gestão é também deficiente do ponto de vista do fluxo e da criação de valor. Tarefas pobremente definidas e atrasos nas decisões por parte do cliente, juntamente com a variabilidade dos fluxos e uma especificação deficiente de responsabilidades, a acrescentar a uma crónica falta de informação de entrada (*input*) na fase de concepção do projeto dificultam a criação de valor (Koskela *et al.*, 2002).

São vários os métodos de concepção do projeto considerados *Lean* que podem ser implementados nos projetos de construção (*Design* integrado, *Design* de manutenção, *Set Based Design*, *Target Costing*, Modelação 4D – BIM e *Evidence Based Design*). Esses métodos serão revistos com maior pormenor na secção seguinte.

2.2.3.1. Métodos de concepção *Lean*

Vários métodos de concepção de projeto *Lean*, ferramentas e outros métodos podem ser utilizados para melhorar o desempenho do projeto e os resultados gerados. Algumas dessas técnicas

vão ser abordadas de seguida com maior ou menor profundidade e com o objectivo de informar e sensibilizar os vários profissionais envolvidos no processo para as suas potencialidades.

– **Design de manutenção**

Parafraseando Dahl *et al.* (2005) o *design* de manutenção é a estratégia de concepção que foca a fiabilidade e facilidade de manutenção de uma edificação (em Bae e Kim, 2008). A manutenção e exploração de uma edificação comportam tipicamente entre 60 a 80% do custo total da edificação no seu ciclo de vida. Deste modo, se os factores sociais e económicos forem considerados durante a fase de concepção do projeto, a segurança e bem-estar dos seus ocupantes e de toda a comunidade, bem como o custo e facilidade de manutenção da construção podem ser assegurados (Bae e Kim, 2008).

– **Set Based Design**

O termo refere-se ao método que a Toyota usa para gerir o seu processo de desenvolvimento de produto (Ballard, 2000). Propor alternativas de concepção do projeto em vez de simplesmente indicar a solução é a estratégia fundamental deste método (Ballard, 2000), que explora os potenciais e limitações das opções de concepção disponíveis, guardando a decisão final até ao último momento de resposta possível (Bae e Kim 2008, Ballard, 2008, Mossman *et al.*, 2010), com o acordo de todos os intervenientes chave envolvidos, (Mossman *et al.*, 2010) e de forma a tentar evitar o risco de retrabalho desnecessário e desperdício de esforço (Bae e Kim, 2008, Parrish *et al.*, 2008).

É argumentado que o tempo que a Toyota gasta em concepções “não utilizadas” é compensado com a redução de tempo desperdiçado em iterações negativas (retrabalho na concepção do projeto) (ver Ballard, 2000) e que, de um modo geral, este factor evita a necessidade de retrabalho nas fases seguintes do projeto (Mossman *et al.*, 2010).

É talvez aparente que decidir estudar múltiplas alternativas para o problema oferece mais tempo para análise e que isso pode contribuir para melhores decisões de *concepção*. Ballard (2000) sumariza os potenciais benefícios da aplicação do *set based design*:

- Viabiliza uma eficiente e fiável comunicação;
- Perde pouco tempo com a concepção detalhada dos produtos que não vão ser construídos;
- Reduz o número e duração das reuniões;
- Baseia as decisões mais críticas e que têm que ser tomadas em primeiro lugar em dados concretos;
- Promove a aprendizagem institucional;
- Ajuda a atrasar decisões de valores que podem ser variáveis até estes serem essenciais ao prosseguimento e conclusão do projeto;
- Conflitos artificiais e iterações desnecessárias nas negociações são evitados;
- Quem inicia a alteração fica responsável por manter a consistência.

Uma comunicação *set-based* ajuda os participantes a desenvolverem uma concepção global do projeto mais satisfatória através do trabalho de equipa que, de outra forma, não seria alcançado. No

entanto, articular claramente o nível de detalhe e precisão necessários para definir todas as alternativas num dado momento no tempo durante a fase de concepção do projeto requer uma comunicação aberta e uma boa compreensão de todos os valores (mais valias) que cada parte pode agregar e os constrangimentos que as afectam (Parrish *et al.*, 2008).

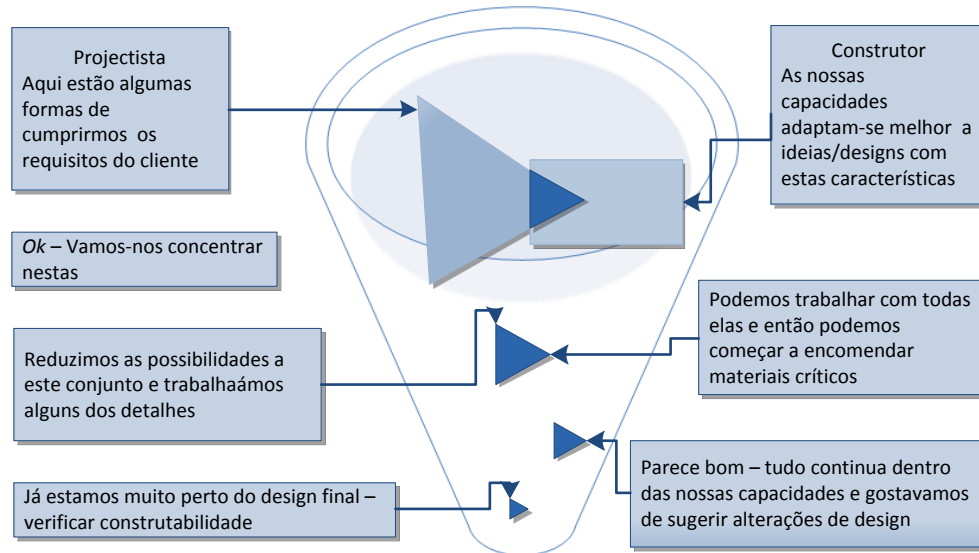


Figura 5 - Diálogo do *Set-Based* (adaptado de Mossman *et al.*, (2010), segundo Sobel, *et al.* (1999))

A Figura 5 ilustra o diálogo que deve acontecer entre projetistas e construtores. Na prática, existem mais entidades envolvidas no funil – arquitectos, engenheiros estruturais e outros tipos de engenheiros, assim como construtores especiais e o construtor principal – e cada um tem um ponto de vista que pode contribuir para a optimização do projeto como um todo (Mossman *et al.*, 2010).

– *Design integrado*

Apesar de o conhecimento e experiência sobre a construção ser reconhecido como um importante dado de entrada (*input*) na concepção do projeto, o seu impacto na concepção do projeto é limitada pela falta de experiência de construção dos projetistas e pelo seu conhecimento parcial dos requerimentos da construção (Arditi *et al.*, 2002). A lacuna em considerar como o construtor irá implementar a concepção do projeto pode resultar em problemas de planeamento, atrasos e disputas durante o processo construtivo e, assim, reduzir o desempenho global do projeto (Arditi *et al.*, 2002). Integrar o processo de construção e de concepção do projeto com o envolvimento do construtor numa fase inicial da concepção do projeto pode resolver ou minimizar o impacto destes factores e a literatura diz que os benefícios comumente observados incluem uma melhoria na qualidade dos desenhos, na cadeia de fornecimento de material e no fluxo de informação (Arditi *et al.*, 2002).

O envolvimento do construtor na concepção do projeto apresenta várias vantagens em relação a outras fontes de conhecimento de construção. Primeiro, os construtores têm um maior nível de experiência de construção, quando comparados com projetistas e donos de obra tradicionais. Segundo, os construtores são os responsáveis últimos pelas operações de construção e os seus dados de entrada

(*inputs*) na concepção do projeto têm impacto directo no seu próprio desempenho. Para além disso, permite melhorar as relações colaborativas entre este e os projetistas durante a fase de construção. Terceiro, ao envolver o construtor numa fase inicial da concepção do projeto, este pode fornecer dados de entrada (*input*) ao projeto numa fase inicial, a fase que providencia a melhor oportunidade para influenciar os custos do projeto (Song *et al.*, 2009). As ferramentas 4D-CAD e BIM (*Building Information Model*) podem ajudar neste processo e têm sido cada vez mais utilizados, particularmente para integrar a informação de concepção e reduzir os seus erros (Owen *et al.*, 2010).

– 4D virtual modeling - BIM

Dois desenvolvimentos essenciais estão a provocar uma mudança fundamental na indústria da arquitectura/engenharia/construção: uma abordagem conceptual à gestão de projeto e de construção – a *Lean Construction* e uma transformação na tecnologia de informação – BIM (Sacks *et al.*, 2010).

As tecnologias de modelação virtual e BIM têm o potencial de revolucionar a prática corrente através da sua capacidade de impacto nos principais processos de um projeto de construção (Owen *et al.*, 2010).

Apesar de serem conceptualmente diferentes e separadas, existem sinergias entre os dois conceitos que, se forem compreendidos teoricamente da forma correcta, podem ser explorados no sentido de melhorarem os processos da construção para além dos resultados que se podem alcançar com a aplicação independente de cada um deles (Sacks *et al.*, 2010). Sacks *et al.* (2010) faz a relação entre os princípios *Lean* e as características do BIM, relacionando – Figura 6:

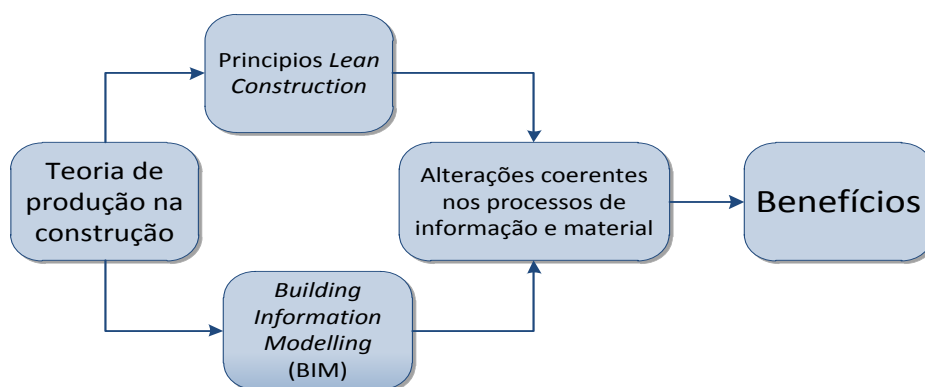


Figura 6 - Relação entre BIM e *Lean* (Sacks *et al.*, 2010)

– Target Costing

Target Costing, na indústria da construção, consiste na prática de alocar o máximo orçamento do projeto de construção nas sub-fases do projeto de construção (concepção do projeto) (Bae e Kim, 2008) e é o método de moldar o produto e o processo de concepção do projeto de forma a produzir o valor pretendido pelo cliente, dentro das limitações impostas (Ballard, 2008).

Este método pode ser entendido como a aplicação de uma filosofia de gestão de negócio orientada para a produção que auto-impõe a necessidade de melhoramentos contínuos e inovação, e começa com a especificação, por parte do cliente, da quantidade de dinheiro que tem disponível e está disposto a gastar para alcançar o que pretende – Figura 7 (Ballard, 2008).

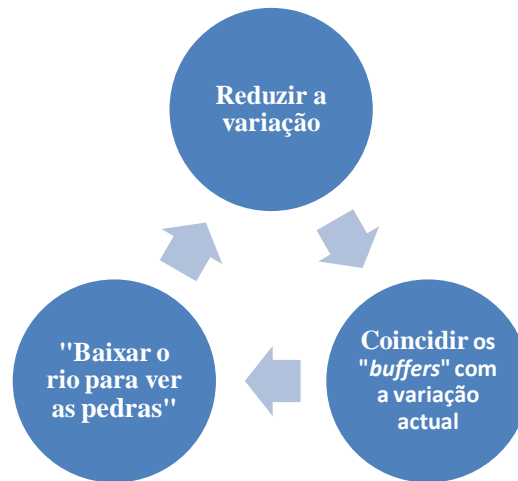


Figura 7 - Processo de Otimização (Ballard, 2008)

Ballard (2008) define o *Target Costing* como a relação entre os custos admissíveis e os custos esperados, no qual o processo de melhoramento é alcançado com a redução da variação através de experiências (desvios propositados do standard), e por acção directa nos motivos que causam falhas operacionais. Na construção civil é normal a existência de *buffers* para absorver as variações sentidas ao longo do projeto e parece existir uma oportunidade considerável para a indústria se esta começar por este ponto, já que *buffers* de inventário, capacidade, tempo e dinheiro excedem frequentemente o necessário quando um projeto é gerido com um mínimo de conceitos *Lean* (Ballard, 2008). Ballard (2008) diz ainda que reduzir a variação e sobrepor os *buffers* com a variação restante estabiliza a produção e que, por isso, é também benéfico do ponto de vista do fluxo. Estes “*buffers* excedentários” são, em grande parte, derivados da forma como os contratos tradicionais falham em alinhar incentivos e assim encorajar a optimização local.

Como a Figura 8 mostra, o *Target Costing* pode ser relacionado com as várias fases do projeto, relacionando-se assim este conceito com o *Lean Project Delivery System*, um conceito abordado mais à frente (Ballard, 2008).

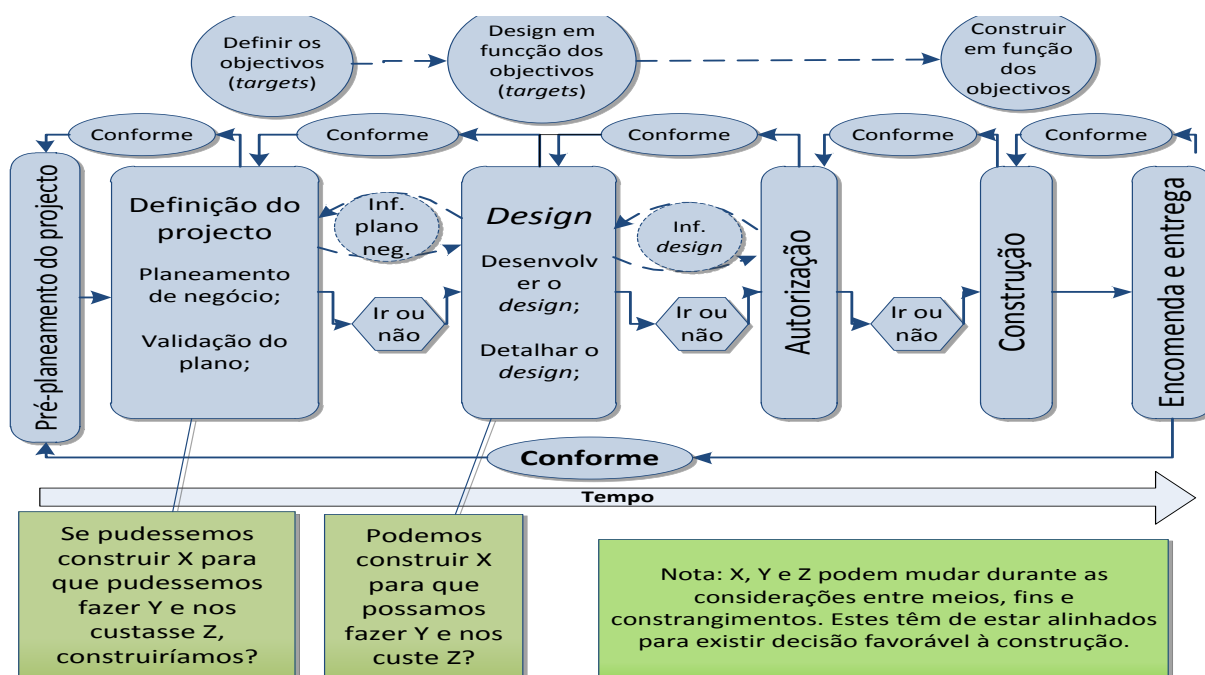


Figura 8 - O processo *Target Value Design* (Mossman et al., 2010; Ballard, 2009; Long et al., 2007)

Com o processo *Target Value Design*, a concepção do projeto é baseada em estimativas detalhadas em vez das estimativas esperarem pela concepção detalhada do projeto. Isto conduz à necessidade de novas habilidades – a habilidade de fazer estimativas com base em concepções incompletas e conceptuais (Mossman *et al.*, 2010).

– *Evidence Based Design*

Rybkowski e Ballard (2007) referem-se ao *Evidence Based Design* como o uso consciencioso e criterioso dos melhores e mais actuais dados para tomar decisões de concepção em projetos únicos. Este método especifica as relações causais entre as opções tomadas na fase de concepção do projeto, revelando os resultados desejados bem como os resultados indesejados dessa opção de concepção (Ballard, 2008), i.e. compara as decisões de concepção com os resultados “corporativos” desejados para o projeto (Mossman, *et al.*, 2010).

Este método tem sido aplicado na concepção de hospitais e outras instalações médicas com cada vez mais frequência. A realidade, é que o uso dos hospitais e outros equipamentos do mesmo tipo, têm que ser desenhados e pensados antes que a fase de concepção em si tenha começado (Ballard, 2008).

Para um conhecimento mais alargado sobre este assunto ver o livro publicado em 2009 por Hamilton e Watkins para o Instituto Americano de Arquitectos – “*Evidence-Based Design for multiple building types*”.

2.2.4. Técnicas e ferramentas para aplicação de *Lean*

Implementar conceitos *Lean* significa aplicar ferramentas e técnicas ao longo das várias fases do projeto – Quadro 8 (Johansen e Walter, 2007), e várias são os casos de estudo que descrevem implementações com sucesso em projetos de construção.

Quadro 8 - Exemplos de ferramentas *Lean* já implementadas na construção e sugestões para uma aplicação mais ampla e integrada para o sector (Picchi e Granja, 2004)

Princípios <i>Lean</i>	Exemplos de aplicações de ferramentas <i>Lean</i>	Sugestões para uma mais ampla e integrada aplicação de ferramentas <i>Lean</i>
Valor	Melhoria do processo de construção buscando a redução de custos. Aqui, a forma como o valor é percebido aos olhos do cliente não é sistematicamente considerada como regra.	Identificar o valor do ponto de vista do cliente. Rever o processo de construção procurando entregar mais valor ao cliente, por redução directa do desperdício e por potenciar a criação de características adicionais desejados.
Cadeia de valor	Aplicações de mapeamento de processos.	Mapeamento da cadeia de valor de informação e materiais. Planeamento contínuo de cadeias de valor futuras, propondo melhorias necessárias e identificando as ferramentas adequadas.
Fluxo	Aplicação de ferramentas específicas: controlo visual e <i>poka-yoke</i> . Uso do <i>LPS</i> para estabilizar o fluxo. Identificar e minimizar os desperdícios de processo através da estrutura do trabalho.	Criar uma atmosfera de fluxo contínuo através da revisão dos modelos de divisão de trabalho das equipas e trabalhadores. Adoptar medidas de trabalho estandardizadas através da definição da sequência, ritmo e inventário.
Pull (puxar)	Aplicações <i>JIT</i> entre transacções ou para a entrega de materiais específicos – <i>Kanban</i> .	Estabelecer um sistema de comunicação ampla e directa para “puxar” serviços, componentes e materiais quando necessário.
Perfeição	Uso de sistemas de qualidade, com foco principal nas características do processo que afectam o desempenho do produto. Uso da técnica dos 5 <i>Why</i> ’s.	Desenhar o processo para a detecção imediata de problemas. Estabelecer procedimentos sistemáticos e contínuos de aprendizagem e melhoria na hierarquia funcional base, sempre que variações aos processos de trabalho estandardizados sejam identificados.

De seguida serão revistos alguns métodos e técnicas operacionais *Lean*. As técnicas apresentadas foram escolhidas devido à sua relação directa com a actuação do DO ou devido à sua importância relativamente à teoria de produção *Lean* e foram sendo referidas ao longo das secções anteriores.

– Planeamento tradicional e o *Last Planner System*

A indústria da construção dedica tremenda energia e recursos a planificar projetos e desenvolver planeamentos, orçamentos e outros requisitos que colectivamente comuniquem ao pessoal do projeto quais as suas tarefas – *SHOULD*. A fase de planeamento levada a cabo no início do projeto é então substituída pela fase de controlo do planeado durante a execução do projeto, e se tudo correr como planeado, o que é realizado – *DID*, deve sempre corresponder ao que tinha que ser realizado – *SHOULD* (Ballard e Howell, 1994). O controlo do projeto é efectuado ao longo de toda a fase de fase de execução do projeto e tipicamente durante as reuniões de projeto, reuniões que são normalmente conduzidas com o objectivo de medir o processo dos trabalhos, focando-se no controlo de custos e a sua variação, controlo do planeamento, resolver problemas na execução do projeto e identificar medidas de mudança necessárias para o cumprimento dos objectivos traçados. Essencialmente, estas reuniões servem para informar o DO acerca do trabalho realizado e sobre os ajustamentos necessários para serem cumpridos os objectivos do projeto (Liu e Yetton, 2007). No entanto, vários estudos vários estudos referidos por Ballard e Howell (1994) em “*Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow*” referem que, em média, 1/3 das actividades planeadas não são executadas a tempo, i.e., demonstram que o que é verdadeiramente realizado – *DID* difere do que era suposto ser feito – *SHOULD* cerca de 1/3 das vezes.

A *Lean Construction*, e mais concretamente o *Last Planner System (LPS)*, usa o conceito Devemos-Podemos-Vamos-Fizemos (*Should-Can-Will-Did*), e é considerada uma ferramenta eficaz para melhorar a fiabilidade do planeamento do projeto, tornando-o mais estável e menos variável (Alarcon *et al.*, 2005). As decisões relacionadas com o que deve ser feito, em que sequência, durante quanto tempo e que recursos e métodos devem ser utilizados, são feitas em todos os níveis de organização e ocorrem durante o todo o ciclo de vida do projeto, nivelando em última instância a planificação das tarefas que afectam directamente a produção física. O LPS é também o último nesta cadeia já em vez de ser uma directiva para um nível de planeamento inferior, resulta directamente em produção (Ballard e Howell, 1994).

A estabilização do ambiente de trabalho inicia-se com o aprender a manter compromissos – *WILL*. Manter os compromissos (*WILL*) é realizar o que devia ser feito – *SHOULD*, até onde podia ser feito – *CAN* (Figura 9) (Ballard e Howell, 1994).

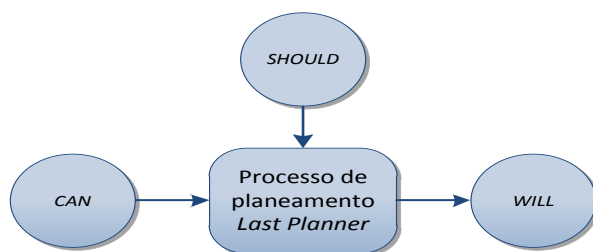


Figura 9 - Processo de planeamento Last Planner (Ballard e Howell, 1994)

Um estudo realizado por Koskela *et al.*, (1997) sugere que o LPS pode ser efectivamente usado na gestão da concepção do projeto e em associação com outros métodos, e tem dois grandes benefícios: tornar o processo de concepção do projeto transparente através de prazos e métricas de *plan percent complete* (PPC) e conseguir uma métrica para a optimização da gestão da concepção do projeto (PPC), tornando assim possível o *benchmarking* e a monitorização das metas traçadas ao longo do progresso do processo (Koskela *et al.*, 1997).

O modo de conseguir aumentar a percentagem de *plan percent complete* (PPC) na prática é estabelecer um método de planeamento detalhado ao longo do projeto que reduza a variabilidade (Kim e Park, 2006), que permita que todas as acções e requerimentos específicos de uma certa actividade sejam satisfeitos antes de a libertar para a fase/actividade seguinte e ainda ajustar a sequência e capacidades de forma a manter o ritmo dos trabalhos (Ballard e Koskela 1998).

Álarcon *et al.* (2005) descrevem o LPS como uma ferramenta efectiva para melhorar a fiabilidade do planeamento do projeto, relatando um aumento no PPC, tornando-o mais estável e menos variável e remetendo as causas de inconformidade de motivos internos para motivos externos. Estudos sugerem ainda uma relação directa entre o aumento do índice PPC e a produtividade e fiabilidade do planeamento do projeto (Gonzales *et al.*, 2007).

– *The 5 why's*

A técnica das cinco perguntas é uma técnica de resolução de problemas que tenta localizar a causa do problema perguntando de forma sucessiva e pelo menos 5 vezes porquê (“*why*”), até ser encontrada a solução do problema. Deste modo, assegura que aquele que decide procura a solução que resolva efectivamente a causa do problema (Rybkowski e Ballard, 2008).

– *Poka Yoke*

Esta técnica consiste no método de corrigir os erros, quando detectados, e fazer uma reavaliação do processo que deu origem aos mesmos, de modo a que não se repitam e tornando assim o sistema “à prova de erros” (Tommelein, 2008). A aplicação deste método requer uma forma diferente de pensar acerca do processo de construção e as suas operações constituintes, mas a mesma autora refere que esta técnica é particularmente adequada à indústria da construção, caracterizada por uma grande variedade de sistemas de produção diferentes e onde métodos de controlo de qualidade estatísticos são difíceis de implantar devido à falta de dados, o que faria com que os seus resultados fossem sempre “*after-the-fact*”. Para vários exemplos da aplicabilidade do método ver Tommelein, 2008.

– *Kanban*

Kanban é a abordagem *Lean* desenvolvida na indústria automóvel como mecanismo de “puxar” (*pull*) os materiais e partes através da cadeia de produção do produto, usando uma base *JIT*. Em Japonês, *Kanban* significa “sinal” ou “cartão”, e é o nome dado ao cartão de controlo de inventário usado num sistema “de puxar” (*pull*), com o objectivo de produzir apenas o que é necessário, quando necessário e na quantidade certa (Khalfan *et al.*, 2008).

2.2.5. Gestão de Informação *Lean*

Podemos considerar que a gestão da informação é uma actividade que agrega valor à informação em virtude de como é organizada, visualizada e representada, e permite a transmissão dessa informação para o seu utilizador final através de processos de troca, partilha e colaboração (Hicks, 2007). Hicks (2007) sumariza a gestão da informação em três áreas:

- **Gestão das fontes de informação:** durante a última década, a quantidade de informação gerada, guardada e acedida dentro de uma organização tem aumentado exponencialmente e continua a crescer. Este volume crescente de informação é motivado pela variedade, diversidade e número de fontes, métodos e ferramentas que a geram, factores que estão eles próprios a crescer continuamente em número (Hicks, 2007);
- **Gestão da informação para efeitos de processo de negócio:** está focalizada na gestão de informação que suporta o processo de negócio em si e mais especificamente com a criação e implementação de sistemas tecnológicos de informação para processos de negócio específicos ou actividades dentro de um grupo particular dentro da organização (Hicks, 2007);
- **Melhorar a integração e desempenho dos sistemas tecnológicos de informação:** a infraestrutura de uma organização comporta normalmente vários sistemas de informação diferentes que suportam a actividade de diferentes grupos, departamentos e processos dentro da própria organização. Este sistema complicado de elementos inter-relacionados tem que funcionar como um todo de forma a melhor suportar a organização (Hicks, 2007).

De um modo geral, podemos dizer que a noção de desperdício dentro do contexto da gestão da informação inclui as acções adicionais e qualquer actividade que advenha como consequência de não ter sido fornecido ao consumidor acesso imediato a um adequado volume de informação apropriada, correcta e actualizada (Hicks, 2007).

2.2.6. Estratégias para melhorar a construção

A actual conjuntura económica, os condicionalismos em termos de tempo e orçamento e a crescente complexidade técnica dos projetos obrigam a indústria do sector da construção civil a

encontrar novos métodos que lhes permitam ultrapassar os tempos que vivemos e de alguma forma minimizar os efeitos nefastos que este ambiente complexo comporta. De forma a enfrentar esta realidade parecem haver duas estratégias diferentes que se podem adoptar: reduzir a complexidade associada para um nível onde os princípios da manufactura possam ser usados na sua essência (pré-fabricação e posterior montagem), ou desenvolver novos métodos para gestão e controlo do processo de construção como sistema complexo (Bertelsen, 2004). De seguida, estas duas abordagens irão ser discutidas com mais pormenor.

– Construção – um tipo de manufactura

Esta estratégia é baseada no reconhecimento de que nem toda a produção em obra é construção. Koskela enfatiza toda a extensão até à qual a construção não é um acto único e acções podem ser tomadas para reduzir a sua unicidade (*one-of-a-kind*) (Howard e Ballard, 1998). Exemplos de acções para minimizar as peculiaridades incluem simplificar a construção *on-site* para processos mais relacionados com montagem final e teste de capacidade (Ballard e Howell, 1998).

A pré-fabricação é vista como um passo fundamental em direcção à industrialização da construção (Koskela, 1992) e, na verdade, muitos elementos usados na construção são pré-fabricados e alguns processos não passam de operações de montagem (Koskela e Vrijhoef, 2001). A título de exemplo podemos referir alguns sistemas de estruturas metálicas treliçadas ou alguns edifícios metálicos standardizados (pavilhões industriais). Os materiais de construção também mudam de simples tijolos, areia e cimento para componentes ou sistemas com um grau superior de pré-fabricação, tornando o processo em obra mais um processo de montagem do que uma verdadeira construção. Esta estratégia é reforçada e sustentada com o crescimento da cadeia de fornecimento e o desenvolvimento dos seus produtos em sistemas. Apesar desta abordagem poder originar maior complexidade da cadeia de fornecimento (Koskela e Vrijhoef, 2001), irá reduzir globalmente a complexidade do projeto através da redução da complexidade de construção (Bertelsen, 2004) e a geração de desperdício pode ser reduzida até 100% (Tam *et al.*, 2007).

O projeto continuará a ser um produto único mas composto de um maior número de partes pré-fabricadas, produzidas em ambientes de manufactura controlados e onde os princípios de gestão de manufactura podem ser aplicados. (Bertelsen, 2004).

A utilização de elementos *make-ready* pode também ter impactos positivos no projeto (Jang e Kim, 2008). Este processo inclui todas as acções que identificam e removem constrangimentos para as actividades seguintes (Ballard e Howell (1998). Para Mossman (2005) não faz sentido colocar uma tarefa em produção se um pré-requisito essencial não está completo. O processo *make-ready* assegura que tudo está no seu local antes de as tarefas entrarem em produção. Segundo Mossman (2005) os benefícios do processo *make-ready* incluem:

- Assegurar que as tarefas estão prontas para a produção quando necessárias;
- Um trabalho mais seguro – o planeamento envolve análise de risco de acidentes e métodos;

- Menos desperdício – maior certeza no tempo, materiais e equipamentos;
- Melhorar a logística reduzindo as oportunidades de danificação de materiais antes da sua instalação.

Ao assegurar que tudo está no devido local antes de as tarefas entrarem em produção, Mossman (2009) argumenta que o *make-ready* reduz o “desperdício de esperar”. Isto significa que existe mais tempo para planear as actividades, o que pode ajudar a reduzir os seguintes aspectos:

- Sobre - processamento - tempo para pensar nos métodos a utilizar pode levar a utilização de ferramentas e equipamentos mais apropriados;
- Práticas de trabalho perigosas, reduzir acidentes e até mesmo o absentismo;
- Trabalho defeituoso;
- O volume de materiais no estaleiro (inventário);
- A necessidade de *making-do*;
- Descobrir o que fazer ou como fazer já que a informação e métodos estão no local apropriado;
- Compra de material em excesso.

Análises estatísticas mostraram ainda que o desempenho do processo *make-ready* está directamente relacionado com o desempenho do projeto e com a fiabilidade dos fluxos do trabalho (Jang e Kim, 2008).

– Desenvolver a construção como um processo

Parafraseando Kreiner (2004), “a construção não deve ser encarada como uma indústria mas sim como um processo” (em Bertelsen, 2004) e para os clientes é importante perceber que o desenvolvimento de uma nova cultura de cooperação é baseado na compreensão de todo o processo (Bertelsen, 2002). A Figura 10 mostra a visão tradicional do processo de construção.



Figura 10 - Visão tradicional do processo de construção (adaptado de Vennstrom, 2008)

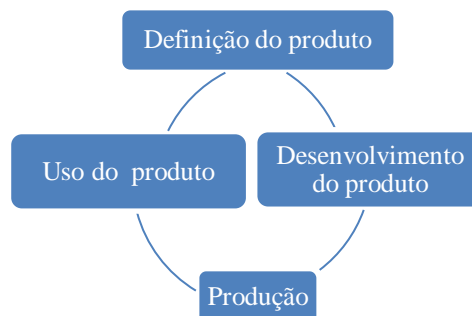


Figura 11 - Visão orientada para o processo de construção (adaptado de Vennstrom, 2006)

Como se observa na Figura 11, encarar a construção como um processo é conceptualmente diferente que a visão tradicional. Esta forma de contemplar o processo de construção pode ajudar os donos de obra a considerarem o que melhorar, já que dá uma imagem clara de que todas as decisões tomadas em qualquer parte do processo têm consequências que vão eventualmente reflectir-se no próprio DO. Quando existe um processo que é muito complexo, uma orientação mais *process-based* pode também contribuir durante a fase de produção, já que a sua preocupação é resolver o problema “correcto” e é dada grande atenção na interacção entre indivíduos (Vennstrom, 2008).

Uma orientação *process-based* inclui processos aperfeiçoados que permitem integrar a concepção do projeto, produção, informação, gestão e uma direcção mais virada para a criação de valor por parte de todos os intervenientes chave. De forma a ter informação acerca de processos e soluções técnicas, formas de medição extensivas e contínuas e *follow ups* são necessários, assim como a medição de parâmetros mais *soft* (satisfação, atitudes, confiança) e parâmetros *hard* (tempo, custo, qualidade) e esta perspectiva implica que todos os actores de todas as companhias que formam o projeto façam parte destas actividades (Vennstrom, 2008).

A visão do projeto como um sistema de produção que a *Lean Thinking* propõe, em oposição à prática actual que o observa de uma perspectiva mais contratual, pretende abraçar a complexidade e incerteza inerente à construção e pretende assegurar que os melhoramentos locais levam a melhorias efectivas ao nível do projeto. No entanto, a mudança da concepção mental de actividade para sistema tem implicações importantes para uma implantação *Lean* de sucesso (Howard e Ballard, 1998). Para existirem estas melhorias “locais” ao nível do projeto, pode ser essencial existirem formas de medir e otimizar convenientemente as actividades de forma a conseguir-se o melhoramento progressivo da actividade.

No entanto, a prática comum na indústria é que as formas de medição adoptadas sirvam apenas para efeitos de auto-protecção ou como prova para a apresentação de reclamações ou contra-reclamações (Alarcon *et al.*, 2001).

Arbós (2002) propõe um modelo (Quadro 9) para as acções a serem praticadas para a implantação e gestão de cada aspecto relacionado com o processo, de forma a conferir-lhes uma orientação mais *Lean*.

Quadro 9 - Acções a tomar em direcção à gestão Lean (Árbos, 2002)

Programa de acção <i>Lean</i>		Aspectos da implementação e gestão				
		Disposição	Tamanho do lote	Operações	Mão-de-obra	Qualidade
Desperdício	Excesso de produção	Melhoria funcional e conversão ao fluxo linear do restante desperdício	Produção dos lotes: pequenos e sintonizados com a procura	Rápida preparação necessária para a produção de lotes pequenos	Versátil e realocada quando a produção é suficiente	Não existe excesso: manter a qualidade assegura a produção de apenas o que é necessário
	Processo inadequado	Fluxo linear (menos actividades que não adicionem valor)	Transferência de lotes: unitária e de transferência simplificada	Fluxo regular: balanceado entre as várias actividades (ciclos únicos)	Versátil, treinada e qualificada para várias actividades	Processos adequados e manutenção de equipamentos asseguram a qualidade à primeira
	Inventário	Fluxo linear (operações sem acumulação de materiais nas estações de trabalho)	Processo de lotes: unitária; Processo de transferência: uma unidade;	Fluxo regular: balanceado entre as várias actividades (ciclos únicos)	Versátil e qualificada para várias actividades de forma a facilitar o balanceamento de ciclos	Sem inventários: manter a qualidade previne paragens
	Espera	Fluxo linear de operações sem espera por materiais entre as estações de trabalho	Transferência de lotes: uma unidade	Fluxo regular: balanceado entre as várias actividades (ciclos únicos)	Versátil e qualificada para várias actividades de forma a facilitar o balanceamento de ciclos	Sem inventários: manter a qualidade previne paragens
	Transporte	Fluxo linear com as operações seguintes a serem executadas a distâncias curtas	Transferência de lotes: uma unidade	Fluxo de regular em adição à transferência de lotes pequenos e operações a serem executadas perto	Versátil e qualificada para várias actividades	Sem inventários: manter a qualidade previne <i>BACKLOGS</i> (registos)
	Movimento	Fluxo linear com as operações seguintes a serem executadas a distâncias curtas	Transferência de lotes: Pequena: uma unidade	Fluxo regular, com transferência em lotes pequenos e curtas distâncias	Versátil e qualificada para várias actividades	Sem inventários: manter a qualidade previne <i>BACKLOGS</i> (registos)
	Qualidade	Fluxo linear (erros mais previsíveis e em menores unidades)	Transferência de lotes: uma unidade: erros em apenas uma unidade	Auto-monitorização, automatização e/ou “ <i>poka-yoke</i> ”	Treinada, qualificada e motivada	Manter a qualidade continuamente assegura 100% qualidade
	Flexibilidade	Ciclo de fluxo fechado para facilitar a redistribuição	Produção de lotes: pequenos e sintonizados com a procura	Estações de trabalho balanceadas. Ciclo de trabalho = Ritmo de trabalho variável (“ <i>takt time</i> ”)	Estações de trabalho balanceadas, com ritmos de trabalho variáveis por redistribuição de tarefas	Qualidade e manutenção asseguradas para diferentes produtos e volumes

2.2.7. Lean Project Delivery System

O *Lean Project Delivery System* (LPDS) é um esqueleto estrutural desenvolvido por Ballard (2000) para guiar a implementação integral da *Lean Construction* em sistemas de produção baseados em projetos da indústria da construção – Figura 12.

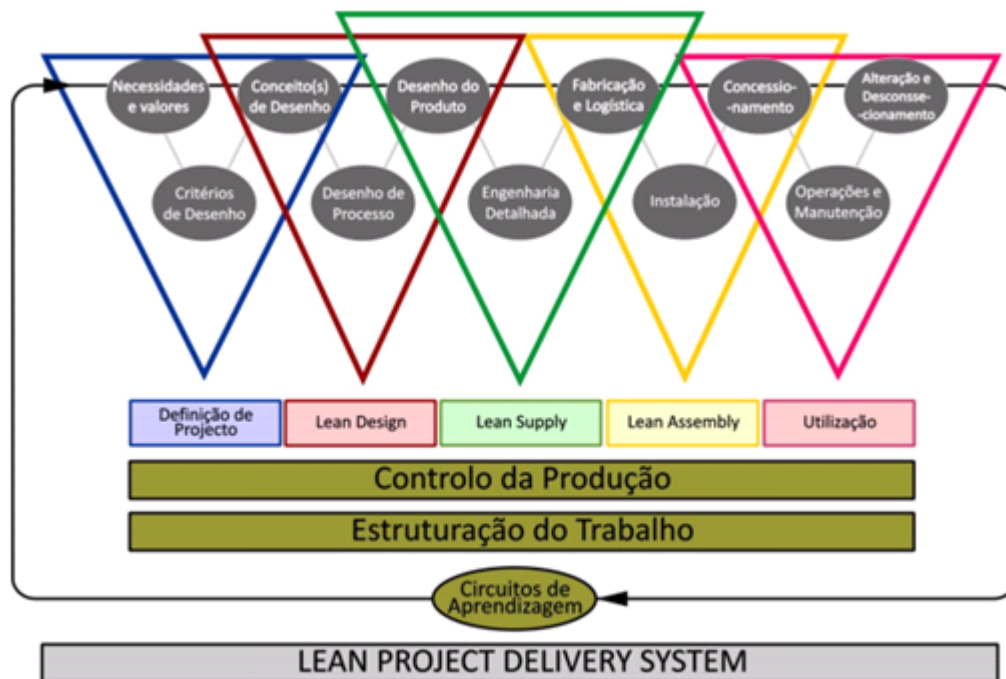


Figura 2 - Lean Project Delivery System (Ballard, 2008)

No LPDS é assumido que o trabalho de toda a equipa responsável em “entregar” o projeto não é apenas fornecer o que o DO quer, mas sim ajudá-lo a decidir o que ele pretende. Consequentemente, é necessário perceber exactamente o que o DO pretende e as suas limitações (tipicamente incluem custo, tempo, regulamentos e localização da construção), expor-lhe meios alternativos de modo a poderem ser superados os objectivos por ele pré-definidos e ajudá-lo a perceber as consequências dos seus desejos (Ballard, 2008).

Este modelo pode ser relacionado com o *integrated design and delivery system* já que desafia as estruturas tradicionais da indústria e os seus processos contratuais, revelando as suas ineficiências e facilitando a sua resolução e tirando o máximo partido da colaboração entre as partes (ver Owen *et al.*, 2010). Isto exige mudanças na estrutura e cultura – novas formas de comportamento e de pensamento das equipas de projeto (Ballard, 2008, Owen *et al.*, 2010) e o desenvolvimento de confiança entre intervenientes chave (Owen *et al.*, 2010).

Estas mudanças incluem: uma abordagem de equipa; suporte à inovação e tolerância a falhas dentro da equipa; fortes relações horizontais e poder de decisão descentralizado; redes do

compromisso e novas formas de contratação, transparência e gestão do risco (Owen *et al.*, 2010). Deste modo, o LPDS requer uma mudança cultural – novas formas de comportamento e de pensamento (Ballard, 2008).

2.2.8. Barreiras e obstáculos à implementação

Vários métodos da *Lean Construction* e do *Lean Thinking* foram adoptados em vários países e empresas de construção desde a década de 90 mas, no entanto, mais de 15 anos depois, ainda não podemos afirmar que a *Lean Construction* revolucionou a indústria da construção. Um motivo óbvio poderá ser o de que a indústria não muda “do dia para a noite” como consequência do desenvolvimento de novas teorias e métodos, ou pelo menos não a construção, muitas vezes caracterizada pela sua génese conservativa (Andersen *et al.*, 2008).

Vários estudos foram conduzidos em vários países para investigar os factores que podem constituir uma barreira a uma implantação de sucesso. Estas barreiras podem ser classificadas em seis categorias diferentes (Bashir *et al.*, 2010):

– Barreiras relacionadas gestão

A gestão de topo tem um papel primordial em conseguir uma implantação de sucesso de estratégias inovativas. O sucesso da prática *Lean Construction* repousa sobre o seu compromisso em desenvolver e implementar um plano efectivo e adequado, fornecendo os recursos e apoio necessários para gerir as mudanças que a implantação trará (Bashir *et al.*, 2010). Uma revisão da literatura feita por estes mesmos investigadores inclui atrasos na tomada de decisões, falta de compromisso e apoio por parte da gestão de topo, definição de projeto pobre, atrasos na entrega de materiais, falta de equipamentos, falta de tempo para a inovação, estrutura organizacional, uma administração de processos fraca, falta de suporte à integração do processo, falta de comunicação, uso de elementos *substandard*, pré-planeamento inadequado, estratégias de selecção e contratação, recursos inadequados e falta de envolvimento entre o cliente e o construtor, bem como falta de planeamento a longo prazo. Apesar de algumas serem facilmente compreendidas e ultrapassadas, lidar com estes factores é crítico e fundamental para a implementação de *Lean Construction* ao longo das organizações (Bashir *et al.*, 2010).

– Barreiras financeiras

A implementação de novas e inovadoras estratégias como a *Lean Construction* requer alguns fundos. Um financiamento adequado é necessário para motivar trabalhadores, para fornecer as ferramentas e equipamentos necessários e para consultar e empregar especialistas para guiarem a implementação do conceito tanto a empregadores como a funcionários (Bashir *et al.*, 2010). Estudos de análise identificaram algumas destas barreiras e incluem corrupção, financiamento inadequado do

projeto, custo de implementação, ordenados baixos, falta de incentivos e motivação e aversão ao risco (Bashir *et al.*, 2010, Mossman, 2009).

– ***Barreiras educacionais***

Já existiram vários esforços para espalhar o conceito *Lean*, criar orientação e conhecimento relacionado com a *Lean Construction* feito por académicos, investigadores, praticantes e instituições como o *International Group of Lean Construction (IGLC)* e o *European Group of Lean Construction*. Recentemente foi também formado o Grupo Português de *Lean Construction*, uma iniciativa semelhante a outros grupos nacionais já formados um pouco por toda a Europa e com o objectivo difundir os conceitos e metodologias *Lean Construction* e alertar os profissionais do sector para as potencialidades dos mesmos.

Apesar do número elevado de publicações feitas por investigadores, parece que as barreiras educacionais constituem as barreiras mais comuns à prática da *Lean Construction*. Estas incluem a falta de compreensão do conceito, a falta de características e conhecimentos técnicos, o alto nível de iliteracia, nomeadamente a um nível mais operacional do processo de construção, falta de treino, falta de técnicas e características necessárias à formação de equipas de projeto, falta de exposição às necessidades que uma implantação *Lean* requer e pouca partilha de informação (Bashir *et al.*, 2010, Álarcon *et al.*, 2005).

– ***Barreiras relacionadas com o governo e instituições***

Alguns estudos revelam que certas barreiras são originadas nas atitudes do governo de alguns países em relação à indústria da construção. Segundo Bashir *et al.* (2010) estes incluem burocracia e políticas inconsistentes. Algumas barreiras financeiras como inflação, ordenados dos vários profissionais e práticas de corrupção podem também estar relacionadas com assuntos relacionados com o governo.

– ***Barreiras técnicas***

A implantação de *Lean* pode ser afectada por várias barreiras que são consideradas técnicas porque têm impacto directo na aplicação de certos princípios e ferramentas *Lean* como a fiabilidade, a simplicidade, a flexibilidade e *benckmarking* (Koskela 1992). Algumas destas barreiras foram identificadas por Ballard e Howell (1998), Alarcon *et al.* (2005), Vennstrom (2008) e Bashir *et al.* (2010) e incluem a forma tradicional de *Design-Bid-Build*, caracterizada por um processo de contratação competitivo, falta de projetos de “construtabilidade”, estratégias de medição de desempenho pobres, falta de acordo na metodologia de implementação, falta de prefabricação, incerteza nas cadeias de fornecimento, falta de precisão nas concepção do projeto e concepções do projeto incompletas. Paralelamente, Mossman (2009) também identificou a natureza da indústria como uma barreira ao trabalho de equipa e às parcerias colaborativas. Ainda que estes assuntos estejam

directamente relacionados com certas ferramentas, constituem uma barreira a uma implantação mais holística do conceito (Bashir *et al* 2010).

– **Atitudes humanas**

De acordo com Howell (1999) e Vennstrom (2008), a atitude humana é um dos principais factores a afectar a implementação de *Lean Construction*. Estas barreiras incluem a falta de transparência, cooperação, falta de espírito de equipa, de auto-crítica, de efectivo trabalho de equipa, de compreensão das reais necessidades do cliente, confusões e falta de entendimento acerca da prática *Lean*, medo de práticas pouco familiares e conflitos de liderança (Mossman, 2009, Bashir *et al.*, 2009, Alarcon *et al.*, 2005).

Vennstrom (2008) destaca que a falta de cooperação na indústria da construção está relacionada com o facto de as atitudes serem tomadas com base em considerações financeiras de curto prazo, o que acabam por reflectir-se em relações pouco cooperativas e suspeitas que dificultam a aplicação das técnicas *Lean*.

Outro problema não tão óbvio e que vai além da simples preocupação com a logística da construção e com as questões relacionadas com a coordenação dos elementos da cadeia de produção do produto, é a compreensão dos fluxos económicos de produção e o acompanhamento dos aspectos sociais e culturais do sistema de construção, i.e. a produção como uma combinação interdependente de processos construtivos levados a cabo num específico ambiente social ou *modus-operandi* intrínseco à cultura de uma empresa específica (Andersen *et al.*, 2008).

3. METODOLOGIA

Este capítulo explica o método científico adoptado na realização deste estudo. Atravessa as várias etapas preconizadas com o intuito de responder à questão de estudo. O processo seguido está representado na Figura 13:

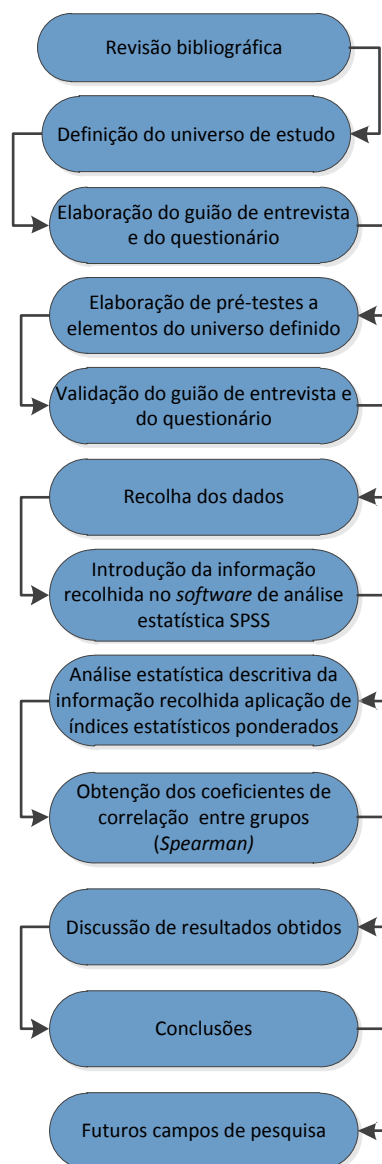


Figura 13 – Método científico adoptado

3.1. Revisão bibliográfica

Numa primeira fase, a revisão bibliográfica incidiu nos temas *Lean Production* e *Lean Construction*, nomeadamente com a revisão das publicações do *International Group for Lean Construction*, do *Lean Construction Institute* (LCI), e dos trabalhos de Lauri Koskela, Glen Ballard e Greg Gowell. Numa fase seguinte foram seleccionadas um conjunto de publicações presentes no *ISI*

Web of Knowledge e as palavras-chave incluíam dono de obra, *design*, contratos (*procurement*), parcerias, atrasos e sobrecusto na construção.

Numa primeira fase, o objectivo do estado de arte é o enquadramento do tema através de uma introdução ao contexto histórico que originou a teoria de produção *Lean Production*. De seguida é revista a evolução da *Lean Production* e a descrição das suas características gerais, bem como o desenvolvimento de uma teoria de produção mais genérica e com potencial de ser aplicada a várias indústrias, o *Lean Thinking*. A filosofia de produção *Lean Construction* é então apresentada e são revistos os seus princípios e conceitos fundamentais, bem como as suas particularidades em relação à indústria da manufactura. É nesta fase que é revisto o conceito de desperdício e são apresentados vários estudos que tentaram quantificar esse desperdício, e em particular os que originaram a componente fundamental deste trabalho – a análise dos atrasos ao longo dos projetos de construção.

Numa fase posterior é desenvolvida a temática *Lean Construction*, com particular atenção aos temas que, segundo Bossink e Brouwers (1996) originam desperdício na construção e têm directa influência do DO (Concepção do Projeto e Contratos). São também apresentados métodos, técnicas e estratégias para implementação de *Lean* em projetos de construção, com particular atenção naquelas que dependem da intervenção, decisões ou acção directa do DO. Finalmente é apresentado o conceito de *Lean Project Delivery System* (LPDS) e são revistos os obstáculos e barreiras à implementação de metodologias *Lean*.

3.2. Definição do universo

Este estudo incide sobre um universo intencional e é especulativa e discutível a sua generalização a todo o sector da construção portuguesa.

O universo intencional é um grupo composto de elementos seleccionados (intencionalmente) pelo investigador, geralmente porque considera que possuem características que são típicas da população. Isto não significa que o grupo assim obtido seja necessariamente típico da população, mas na opinião do investigador é (Vicente *et al.*, 2001).

O universo é definido por três sub-grupos: DO Privados propensos à inovação, DO Públicos e Gabinetes de Projeto. O grupo dos DO Privados propenso a à inovação foi seleccionado a partir da lista de associados da COTEC (Associação Empresarial para a Inovação) no início do ano 2010, o grupo dos DO Públicos foi seleccionado à partir da lista de Câmaras Municipais Portuguesas e com base em critérios demográficos e de investimento realizado nos anos de 2005, 2006 e 2007, e o grupo dos Gabinetes de Projeto foi seleccionado a partir da lista de associados da APPC (Associação Portuguesa de Projetistas e Consultores) e com base no seu volume de negócios no mercado Português.

Como foi referido em 1.2., o objectivo deste estudo é aferir a perspectiva dos DO acerca dos desperdícios e atrasos mais comuns na indústria de construção portuguesa. Com esse intuito, foi relevante englobar no estudo os dois tipos de donos de obra existentes: DO Privados e DO Públicos.

Segundo Ballard e Howell (1998), compreender o processo de concepção do projeto do projeto é vital para a implementação de técnicas *Lean*. Para melhor compreender os motivos de desperdício associados ao processo de concepção dos projetos e de que forma os comportamentos do dono de obra ao longo deste processo condicionavam a criação de valor, foi considerado essencial incluir também no estudo um grupo de gabinetes de projeto transversal ao sector da construção. Pretendeu-se assim englobar uma perspectiva diferente das dos donos de obra e obter dados que pudessem servir de base de comparação aos resultados obtidos com estes, com especial interesse na análise dos dados obtidos referentes à fase de concepção do projeto e preparação de concurso.

Assim, o critério de selecção do grupo dos donos de obra privados propensos à inovação foi o facto das entidades escolhidas serem membros associados à COTEC no início do ano 2010. O grupo seleccionado é constituído por grandes grupos privados e empresas pertencentes ao ramo financeiro privado do estado. Este critério de selecção está directamente em linha com os usados por Matias e Cachadinha (2010) na sua selecção dos empreiteiros mais propenso à inovação do sector de construção portuguesa, estudo ao qual este trabalho pretende dar continuidade. O grupo de empresas seleccionadas foi:

- Galp Energia SGPS, SA
- Brisa Auto-Estradas de Portugal, SA
- Jerónimo Martins SGPS, SA
- José de Mello SGPS, SA
- Estradas de Portugal, SA
- Companhia Carris de Ferro de Lisboa, SA
- REN - Redes Energéticas Nacionais, SGPS, SA
- Grupo Visabeira SGPS, SA
- Sonae SGPS, SA
- ANA - Aeroportos de Portugal, SA
- EDP - Energias de Portugal, SA
- Grupo Alves Ribeiro SGPS, SA
- Metropolitano de Lisboa, SA
- Amorim Investimentos e Participações SGPS, SA
- Grupo Pestana SGPS, SA

Foi admitido que pela sua dimensão e áreas de negócio em que operam teriam mais potencial e oportunidade de implementar técnicas *Lean Construction*. De referir que a maioria das empresas do grupo já cumpre procedimentos com certificação de qualidade de acordo com o referencial NP EN ISO9001 (11 dos 15), desenvolvem actividades de Investigação & Desenvolvimento reconhecidas pelo GPEARI (Gabinete de Planeamento, Estratégia, Avaliação e Relações Internacionais) do Ministério da Ciência e do Ensino Superior (11 em 15 – relatório disponível em <http://www.gpeari.mctes.pt/?idc=154&idi=518381>), e 6 (em 15) têm as suas acções cotadas na

Euronext Lisboa, onde integram o seu principal índice, o PSI-20. Estes factores reforçam não só o seu potencial interesse em adoptar metodologias e técnicas como demonstram a sua importância no sector industrial português que representam.

Do grupo de DO privados seleccionado conseguiu-se uma taxa de resposta de 53%, o que corresponde a 8 respostas neste grupo. Este é o grupo com uma taxa de respondentes mais baixa, o que pode ser explicado pelo facto de as empresas que o incluem possuírem uma estrutura complexa e hierarquizada e o respondente preferencial ocupar sempre um cargo de topo.

Na selecção das entidades pertencentes ao grupo dos donos de obra públicos houve a necessidade de encontrar diferentes critérios de selecção já que, dificilmente seria possível a sua associação a critérios relacionados com a propensão à inovação. O grupo de donos de obra públicos foi então seleccionado a partir da lista de câmaras municipais portuguesas e com base em dois critérios: o investimento realizado em infra-estruturas municipais nos anos de 2005, 2006 e 2007 (últimos dados disponíveis disponibilizados pela Direcção-Geral das Autarquias Locais no do sitio da internet www.portalautarquico.pt/), e a importância do município em termos demográficos segundo projecções do Instituto Nacional de Estatística para 2010.

Estes critérios tiveram igual importância na escolha das câmaras pela sua representatividade em termos de potencial de investimento futuro e experiência no sector. Foram então elaboradas duas listas, cada uma com os 20 municípios mais expressivos dentro de cada critério de selecção. Como se pretendia um grupo de 20 donos de obra públicos, seleccionaram-se os 10 municípios com mais relevância dos dois critérios. Naturalmente, nessa lista inicial, alguns dos municípios cumpriam os 2 parâmetros e estavam portanto repetidos. Então, adoptou-se um critério de selecção simples, adicionando-se ao grupo ainda incompleto de municípios que se pretendia incluir no estudo municípios aos pares, um de cada critério de selecção e por ordem de importância, até perfazer uma lista de 20. O grupo de municípios seleccionados foi:

- CM Lisboa
- CM Porto
- CM Sintra
- CM V.N. Gaia
- CM Loures
- CM Gondomar
- CM Cascais
- CM Seixal
- CM Amadora
- CM Almada
- CM Odivelas
- CM Coimbra
- CM V.N. Famalicão

- CM Maia
- CM Sta. M. Feira
- CM Guimarães
- CM Oeiras
- CM Matosinhos
- CM Vila Franca Xira
- CM Braga

Do grupo de DO públicos seleccionado conseguiu-se uma taxa de resposta de 50%, o que corresponde a 10 respostas neste grupo.

Na selecção do grupo dos gabinetes de projeto foi primeiro tentada uma abordagem de selecção semelhante à adoptada na selecção dos donos de obra privados, com a adopção de critérios relacionados com a sua propensão à inovação. Os critérios utilizados incluíam a existência de actividades de Investigação & Desenvolvimento (I&D) reconhecidas pelo GPEARI e a sua associação à COTEC. No entanto, a utilização destes critérios não permitiu a criação do grupo de estudo pretendido já que não existiam entidades suficientes que cumprissem qualquer um dos critérios. Então, o critério adoptado foi um semelhante a um dos usados na selecção dos grupo dos donos de obra públicos: a sua relevância em termos de volume de negócio no mercado português. Para esta selecção, primeiro foi elaborada uma lista de gabinetes de projeto pertencentes à APPC e disponível no seu sítio da internet (<http://www.appconsultores.org.pt>). De seguida, através dos dados disponíveis no portal das finanças <http://www.portaldasfinancas.gov.pt>), foi efectuada a média de IRC pago nos anos de 2006, 2007 e 2008 por estas empresas e foi elaborada uma lista com as 15 mais relevantes. De referir que, no grupo definido, também dois dos gabinetes de projeto seleccionados apresentam actividades de Investigação & Desenvolvimento (I&D) reconhecidas pelo GPEARI, sendo eles os únicos representantes da lista de associados da APPC no relatório “As 100 empresas e instituições hospitalares com mais despesa em actividades de I&D em 2008 – Portugal”, publicado pelo GPEARI e disponível em <http://www.gpearl.mctes.pt/?idc=154&idi=518381>. O grupo definido foi:

- EDP - Gestão da Produção de Energia, SA
- CONSULGAL - Consultores de Engenharia e Gestão, SA
- COBA - Consultores para Obras, Barragens e Planeamento, SA
- BRISA - Engenharia e Gestão, SA
- FERCONSULT - Consultadoria, Estudos e Projetos de Engenharia, SA
- FERBRITAS - Empreendimentos Industriais e Comerciais, SA
- FASE - Estudos e Projetos, SA
- TECHNOEDIF Engenharia, S A
- P L M Planeamento e Gestão da Manutenção, LDA
- TPF PLANEGE - Consultores de Engenharia e Gestão, SA
- DHV, S.A.

- GEOCONTROLE – Geotecnia e Estruturas de Fundação, SA
- Prospectiva - Projetos, Serviços e Estudos, SA
- PROMAN - Centro de Estudos e Projetos, SA
- HIDROPROJETO - Engenharia e Gestão, SA

Do grupo dos gabinetes de projeto seleccionado conseguiu-se uma taxa de resposta de 73,3%, o que corresponde a 11 respostas neste grupo. No entanto, depois da apresentação do estudo e recolha dos dados necessários nalgumas entidades, algumas demonstraram maior abertura e interesse no estudo e conseguiu-se marcar mais uma entrevista com dois directores de departamento de dois gabinetes de projeto diferentes. A obtenção de duas respostas dentro do mesmo gabinete de projeto poderia levantar questões relacionadas com a duplicação de resultados, o que teria implicações na análise global do grupo e nos resultados finais. Por esse motivo, as entrevistas foram comparadas para verificar se haveria convergência nos dados obtidos. Como o mesmo não se verificou as entrevistas foram consideradas completamente independentes e foram consideradas válidas para o estudo, e isso justifica as 13 respostas analisadas, para um total de 11 gabinetes de projeto entrevistados.

Também poderiam ser levantadas questões relacionadas com a independência de alguns Gabinetes de Projeto convidados a participar neste estudo já que podem ser considerados dependentes do seu maior cliente e, por isso, casos particulares entre a indústria. No entanto, estes Gabinetes de Projeto satisfazem os critérios de selecção adoptados e, devido à sua dimensão e volume de negócio, foram considerados independentes. Quando foi possível a participação destas entidades em paralelo com o seu maior cliente os resultados obtidos através das entrevistas foram mais uma vez comparados, para se verificar se existia convergência nos dados obtidos e ser aferida a independência das respostas. Como não se verificou convergência nas respostas obtidas, as entrevistas foram consideradas independentes e foram consideradas válidas para o estudo.

3.3. Elaboração do questionário

A elaboração do guião de entrevista e do questionário teve por base a revisão bibliográfica descrita no Capítulo 2, com especial atenção nos estudos publicados com objectivos semelhantes e referidos no Quadro 4.

Para a elaboração do guião de entrevista e do questionário foi seguido o modelo conceptual de *Lean Construction* proposto por Johansen e Walter (2007) e que refere oito áreas essenciais à teoria *Lean*. No entanto, o modelo referido foi adaptado aos objectivos deste estudo. A área relativa à cadeia de fornecimento não foi incluída já que foi admitido que está é essencialmente da responsabilidade do empreiteiro e foi incluída uma nona área relativa à gestão da informação, de forma a ser possível dar seguimento ao estudo iniciado por Matias e Cachadinha (2010). O modelo conceptual pode ser definido pela Figura 14.

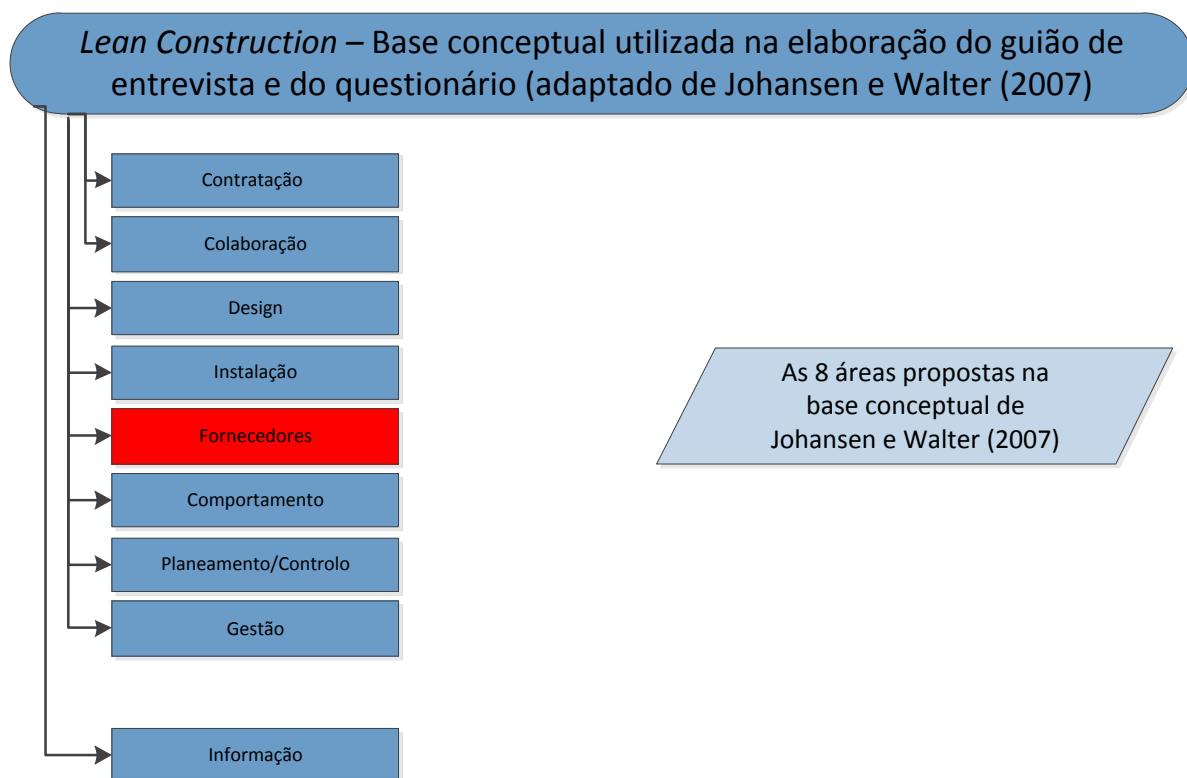


Figura 14 – Modelo conceptual seguido na elaboração do guião de entrevista e do questionário (Adaptado de Johansen e Walter, 2007)

Seguindo o modelo conceptual da Figura 14, procurou-se que o guião de entrevista e o questionário contivessem perguntas que abrangessem as oito áreas consideradas (a azul na Figura 14), sendo que algumas áreas encontram-se dissolvidas ao longo do inquérito/entrevista, abrangendo vários pontos diferentes e aparecendo na forma de diferentes perguntas. A justificação detalhada das perguntas é feita no Quadro 10.

Quadro 10 – Justificação do guião de entrevista e questionário com base no modelo conceptual adoptado

Área conceptual	Pergunta	Nº pergunta no guião de entrevista (DO Priv. e Projetistas)	Nº pergunta no questionário enviado aos DO Públicos	Justificação/ Objectivo
Concepção do Projeto (<i>design</i>)	Percentagem de trabalho reciclado	3.5	-	Avaliar a percentagem de trabalho reciclado na concepção do projeto - Directamente de Love <i>et al.</i> , 2009
	Métodos utilizados para especificar os requisitos aos Projetistas	3.6	3.2	Perceber como o DO especifica o que é, para si, valor e fornece os dados de entrada para a concepção do projeto
	Soluções construtivas escolhidas	3.7	3.3	Avaliar a especificidade e particularidade das soluções escolhidas, com particularidade interesse na utilização de elementos pré-fabricados

Quadro 11 (Continuação) – Justificação do guião de entrevista e questionário com base no modelo conceptual adoptado

Área conceptual	Pergunta	Nº pergunta no guião de entrevista (DO Priv. e Projetistas)	Nº pergunta no questionário enviado aos DO Públicos	Justificação/ Objectivo
Concepção do Projeto (<i>design</i>)	Atrasos na fase de concepção do projeto	4.1	4.1	Avaliar os principais desperdícios nesta fase
	Atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra	5.6	5.6	Avaliar os principais desperdícios que ocorrem nesta fase – atrasos mais condicionantes
Comportamento	Forma como sentem a relação com os restantes intervenientes chave (NOTA: esta pergunta não foi analisada)	3.9	3.4	Avaliar de que forma as relações inter-pessoais/ institucionais são sentidas
	Quais são os aspectos mais importantes a definir do projeto	5.1	5.1	Avaliar o que é mais importante para os entrevistados
	Deteção de áreas de risco/incerteza	5.3	5.3	Perceber se são tomadas medidas que contribuam para o trabalho de equipa e que limitem a ocorrência de disputas
Planeamento/ Controlo	Métodos de controlo de projeto utilizados	5.4	5.4	Avaliar a difusão e implantação de métodos de controlo projeto <i>Lean</i>
Gestão	Opções na adjudicação no projeto aos Gab. Projeto	3.1, 3.2 e 3.9	-	Potencial para parcerias
	Tempo disponível para a concepção do projeto	3.4	3.1	Potencial para utilização de métodos de concepção <i>Lean</i> e redução de desperdícios
	Tipo de contrato escolhido (NOTA: esta pergunta não foi analisada)	4.6.1	-	Potencial de parcerias
	Adjudicação da empreitada à proposta mais baixa	4.7	-	Avaliar o método de adjudicação das empreitadas
	Relação entre a adjudicação à proposta mais baixa e os atrasos e sobrecustos	4.8	4.7	Avaliar a relação entre método de adjudicação e atrasos e sobrecusto
Contratação	Atrasos no concurso	4.1	4.1	Avaliar os principais desperdícios que ocorrem nesta fase
	Moldes escolhidos para a elaboração do contrato (NOTA: esta pergunta não foi analisada)	4.6.2	4.6	Avaliar se são previstos mecanismos de cooperação e de resolução de conflitos;
Colaboração	Realização de reuniões de <i>team-building</i>	5.2	5.2	Avaliar o potencial da existência de comportamentos colaborantes
Informação	Tipo de RFI's (fase concurso)	4.2	4.2	Avaliar o fluxo de informação ao longo do projeto - Directamente de Matias e Cachadinha (2010)
	Nº RFI's (fase de concurso)	4.3	4.3	
	Tempo para preparar a resposta a RFI's (fase concurso)	4.4	4.4	
	Percentagem de respostas a RFI's não satisfatórias	4.5	4.5	
	Nº RFI's (fase de construção)	5.7	5.7	
	Tempo de resposta a RFI's (fase de construção)	5.8	5.8	

Como foi referido em 1.2., a componente essencial desta dissertação e seguindo os estudos iniciados por Matias e Cachadinha (2010) é a análise, segundo a perspectiva do dono de obra, dos principais desperdícios e atrasos na indústria de construção portuguesa. Seguindo essa orientação, os motivos mais comuns para atrasos e que constam no guião de entrevista e inquérito utilizados provêm directamente dos estudos semelhantes descritos no Quadro 4, com particular atenção aos realizados em Portugal e ao estudo elaborados por Assaf e Al-Hejji (2006) na Arábia Saudita, e foram seleccionados depois de consultados vários profissionais da indústria de construção.

Seguindo a metodologia utilizada por Assaf e Al-Hejji (2006), a origem dos motivos para atrasos utilizados neste estudo podem ser agrupados em diferentes grupos. Os atrasos analisados referentes à Fase de Concepção do Projeto e Preparação de Concurso e Fase de Concurso englobam-se todos no grupo “Donos de Obra/Empreiteiros/Projetistas”, ao passo que os atrasos analisados na Fase de Preparação e Acompanhamento de Obra podem ser divididos nos grupos referidos no Quadro 11.

Quadro 12 – Divisão por grupos dos atrasos analisados na Fase de Preparação e Acompanhamento de Obra (segundo o método seguido por Assaf e Al-Hejji, 2006)

Causas para atrasos	Grupo respectivo
- Retrabalho devido a mudanças no projeto ordenadas pelo Dono de Obra	Dono de Obra/ Empreiteiros/ Projetistas
- Atrasos na aprovação de desenhos	
- Planeamento irrealista	
- Ordens de alteração frequentes durante o processo construtivo	
- Interação entre os vários intervenientes	
- <i>Cash flow</i> irregular	Equipamentos
- Atraso na comunicação das ordens de alteração pelo dono de obra	
- Burocracia	
- Atrasos no transporte e aplicação de equipamentos	Materiais
- Escassez de equipamentos	
- Atrasos no fornecimento de material	Concepção e especificidade do projeto
- Recepção de material que não corresponde totalmente ao especificado em projeto e que tem que ser substituído	
- Falta de tempo/sobrecarga de trabalho dos projetistas durante a fase de concepção do projeto e construção	
- Falta de informações sobre tipo e dimensões de materiais	
- Existência de contradições entre documentos	Mão-de-Obra
- Escassez de equipas	
- Retrabalhos devido a erros dos trabalhadores	Factores externos
- Meteorologia	
- Condições no local imprevisíveis (solo por ex.)	
- Acidentes de trabalho	

O guião de entrevista e o questionário continham uma primeira página protocolar onde se indicava os objectivos do estudo, a metodologia da entrevista, a utilidade e enquadramento dos estudos e onde se garantia a confidencialidade dos participantes, assim como das entidades a que pertencem. O guião de entrevista e o questionário foi dividido em 5 partes, a saber, Informação Geral do Participante; Informação Geral da Entidade Participante; Fase de Concepção do Projeto e Preparação de Concurso; Fase de Concurso; e Fase de Preparação e Acompanhamento de Obra.

Os investigadores tem disponíveis diferentes tipos de escalas para medir atitudes ou componentes das atitudes, e uma das mais comumente usadas são as escalas *Likert* (Albaum, 1997). As escalas *Likert* são usadas para medir a atitude dos participantes, e assume-se que possuem propriedades de escala iguais entre intervalos (Likert, 1932, em Albaum, 1997). O estudo usa maioritariamente escalas *Likert* qualitativas, de modo a ultrapassar respostas “politicamente correctas” e ou a incapacidade de responder directa e rapidamente a algumas questões por poder existir relutância de em fornecer dados concretos sobre a empresa, e foram escolhidas depois de consultados diferentes profissionais do sector durante a fase de elaboração do inquérito e fase de pré-testes. A excepção à utilização de variáveis qualitativas são as questões sobre fluxo de informação, nos quais se utilizaram variáveis de escala quantitativa ensaiadas no pré-teste e testes descritos, e algumas questões fechadas de resposta directa onde era pedido aos participantes que escolhessem a sua resposta de várias alternativas apresentadas.

Ao longo da fase de recolha de dados o guião de entrevista e o questionário foram evoluindo e sendo aperfeiçoados de modo a torna-los de mais fácil compreensão e interpretação, sem no entanto que isto compromettesse ou influenciasse os resultados finais ou os dados já recolhidos.

3.4. Recolha de dados

Como método de recolha de dados efectuaram-se entrevistas pessoais com base numa entrevista estruturada com recurso a um questionário, nos grupos dos “donos de obra privados” e “gabinetes de projeto”, e à recolha de dados através de um preenchimento de um inquérito via correio electrónico, no caso do grupo dos “donos de obra públicos”.

Nas entrevistas era dada ao entrevistado a oportunidade de ter uma conversa livre em torno do tema de forma a tentar perceber até que ponto os conceitos *Lean* estavam disseminados, o interesse pelo tema e de um modo geral tentar aprofundar qualquer tipo de informação que estivesse relacionada com a temática em estudo.

Depois de consultados vários profissionais de várias áreas da indústria da construção foi elaborado um primeiro esboço do guião de entrevista e do inquérito. Quando esta etapa foi concluída fez-se uma primeira entrevista a um elemento do universo em estudo, entrevista essa que serviu de pré-teste e ajudou a definir o que seria um molde do questionário mais próximo do final. O pré-teste tem o objectivo de identificar perguntas-problema que justifiquem uma modificação de redação, de formato ou mesmo a eliminação da versão final (Vicente *et al.*, 2001). O pré-teste demorou algum tempo já que se discutiu em profundidade alguns aspectos relacionados com o questionário que necessitavam de ser optimizados, de forma a potenciarem respostas rápidas e precisas por parte dos intervenientes do grupo de estudo. Depois do pré-teste foram novamente consultados vários profissionais e de diferentes áreas do sector para se tentar perceber de que forma o questionário poderia ainda ser melhorado, que outras informações seriam interessantes recolher e para se perceber

se as alterações feitas após o pré-teste estavam de acordo com os objectivos pretendidos. Foi também nesta altura que se formatou o questionário, estruturando-o de forma a que pudesse ser respondido via e-mail (inquérito), adaptando-se algumas questões que de algum modo pudessem ser consideradas dúbias ou de entendimento difícil.

Foi então realizada uma entrevista de teste a 3 elementos do grupo, um de cada grupo para aferir as alterações efectuadas. Estas entrevistas foram todas realizadas na área metropolitana de Lisboa. No caso dos dados a serem recolhidos presencialmente (entrevistas) o questionário estruturado revelou-se satisfatório e o mesmo foi considerado válido. Já no caso dos dados a serem recolhidos via e-mail (donos de obra públicos), o questionário foi considerado demasiado extenso e pesado, o que poderia levar a problemas posteriores na obtenção das respostas necessárias. O mesmo foi então simplificado, contendo apenas as partes mais relevantes para as temáticas que se pretendia estudar, e foi feito um segundo teste, neste caso numa câmara da área metropolitana do Porto. Após este segundo teste foram discutidos com o inquirido os vários aspectos do questionário e a sua correcta compreensão e o inquérito foi considerado válido.

Apesar da validade do questionário ter sido testada e verificada, houve sempre o cuidado de fazer o acompanhamento do processo de resposta dos inquiridos (Donos de Obra Públicos) de forma a debelar possíveis dúvidas e questões relacionadas com a resposta ao inquérito, acompanhamento esse que foi sendo feito através de repetidos contactos telefónicos e trocas de correio electrónico entre os profissionais que participaram no estudo e o autor desta dissertação.

De referir ainda que, devido às diferentes áreas de negócio em que os donos de obra privados operam, existiu em alguns casos a necessidade de adaptar algumas questões do guião à área específica de cada um, sem no entanto que isso prejudica-se os resultados finais. A título de exemplo podemos referir a questão relacionada com a “especificação de materiais/acabamentos a utilizar” nas entidades que operam nas áreas de vias de comunicação e tratamento e distribuição de produtos petro-químicos.

Os dados foram recolhidos ao longo de mais de 6 meses, tendo implicado deslocações ao Norte do país, insistentes contactos telefónicos, e-mails e contactos pessoais de forma a ser possível a sua recolha em tempo útil para a realização deste trabalho.

3.5. Análise da informação

Os dados obtidos foram inseridos na ferramenta informática de tratamento estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 17 e posteriormente analisadas de acordo com a metodologia estatística proposta e detalhada em 4.1.

3.6. Limitações do estudo

Em relação às limitações do estudo, pode-se dizer que este apenas apresenta validade para o grupo descrito em 3.2.

Em relação ao grupo dos donos de obra privados, e devido à diferente variedade de áreas de negócio em que estes operam, os resultados não caracterizam nenhum sector em particular e mesmo a sua generalização a toda a indústria é discutível, já que representam um grupo de donos de obra que se pretende estar na vanguarda do desenvolvimento e inovação dentro da indústria.

Já em relação ao grupo dos donos de obra públicos, a extrapolação dos resultados a todo o universo é também discutível devido ao número reduzido de respostas em relação ao universo total dos municípios portugueses.

Finalmente, em relação ao grupo dos gabinetes de projeto e também devido à diferente variedade de áreas de engenharia em que estes operam e, em particular, as áreas em que os entrevistados actuam, a sua extrapolação para toda a indústria é discutível. A dimensão dos gabinetes de projeto será também relevante para esta análise já que os critérios adoptados deixam de fora gabinetes de projeto mais pequenos, que devido as suas características poderão apresentar quadros técnicos mais motivados e empenhados em adoptar metodologias mais *Lean*.

Numa segunda análise e em termos de análise estatística, a comparação entre dados obtidos por entrevista presencial e aqueles obtidos via resposta por e-mail ao inquérito não apresenta problemas já que as perguntas são iguais e foram testadas nos pré-testes. No entanto, apesar de todos os cuidados em evitar a situação, as entrevistas e os inquéritos podem ser efectuadas por questões subjectivas associadas aos respondentes e não serem representativas da entidade que estes representam.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo abordar-se-á numa primeira fase a metodologia estatística proposta para analisar os dados e de modo a ser possível a sua compreensão. Numa fase posterior abordar-se-á o perfil dos participantes no estudo, assim como o das entidades a que estes pertencem. Finalmente é feita a análise dos resultados nas várias fases estudadas, a saber: Fase de Concepção do Projeto e Preparação de Concurso; Fase de Concurso; e Fase de Preparação e Acompanhamento de Obra; e são apresentados os dados mais relevantes obtidos no estudo.

4.1. Análise da metodologia proposta

Este estudo usa vários mecanismos estatísticos para apresentar os resultados, que serão explicados em seguida. Na análise dos atrasos é feita usando uma adaptação da metodologia proposta por Assaf e Al-Hejji (2006) num estudo em tudo semelhante que pretendia aferir as causas de atrasos mais condicionantes em grandes projetos de construção na Arábia Saudita. Depois de fazerem um extenso levantamento das causas possíveis para atrasos, estes autores inquiriram os principais actores do processo de construção sobre a frequência de ocorrência de cada causa e acerca do seu grau de impacto, e respostas eram obtidas com recurso a uma escala qualitativa de 1 a 4. Os dados foram então tratados estatisticamente com a metodologia que se explica em pormenor de seguida e foram elaborados índices para a frequência da ocorrência e para o grau de impacto de cada motivo de atrasos que permitissem obter um índice final de importância.

$$\blacksquare \text{ Índice de Frequência (\%)} = \sum a \left(\frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{4} \quad (1)$$

$$\blacksquare \text{ Índice de Impacto (\%)} = \sum a \left(\frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{4} \quad (2)$$

Nas equações apresentadas a é a constante expressa pelo respondente para quantificar o atraso na escala de 1 a 4 utilizada, n é a frequência com que a mesma resposta aparece para cada atraso e N é o número total das respostas. Com estes dois índices é então possível encontrar o índice de importância de cada atraso, através da equação 3.

$$\blacksquare \text{ Índice de Importância (\%)} = \frac{\text{Índice de Frequência (\%)} \times \text{Índice de Impacto (\%)}}{100} \quad (3)$$

Finalmente, Assaf e Al-Hejji (2006) elaboraram um *ranking* dos atrasos com maior índice de importância e procederam a análise do mesmo.

Esta foi então a metodologia adoptada para a análise dos motivos para atrasos com as

adaptações que se passam a descrever.

No caso dos atrasos na fase de concepção do projeto e preparação de concurso e fase de concurso (Quadro 13, 14 e 15), os participantes neste estudo atribuíram, numa escala qualitativa de 1 a 5, uma nota a cada atraso em termos de frequência da ocorrência e o seu grau de impacto no tempo. Com os dados obtidos foram então encontrados os índices respectivos com recurso as equações que se seguem.

$$\blacksquare \text{ Índice de Frequência (\%)} = \sum a \left(\frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{5} \quad (4)$$

$$\blacksquare \text{ Índice de Impacto no tempo (\%)} = \sum a \left(\frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{5} \quad (5)$$

Nas equações apresentadas, a é a constante expressa pelo respondente para qualificar o atraso na escala de 1 a 5 utilizada, n é a frequência com que a mesma resposta aparece para cada atraso e N é o número total das respostas. À semelhança do estudo elaborado por Assaf e Al-Hejji (2006) são então encontrados os índices de importância de cada atraso em função dos índices de frequência e impacto no tempo com recurso à equação 3 (Quadro 13, 14, 15 e 16).

No caso dos atrasos na fase de preparação e acompanhamento de obra (Quadro 21, 22 e 23), os participantes neste estudo atribuíram, numa escala qualitativa de 1 a 5, uma nota a cada atraso em termos de frequência da ocorrência e o seu grau de impacto no tempo e o seu grau de impacto no custo. Com os dados obtidos foram então encontrados os índices respectivos com recurso as equações que se seguem.

$$\blacksquare \text{ Índice de Frequência (\%)} = \sum a \left(\frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{5} \quad (4)$$

$$\blacksquare \text{ Índice de Impacto no tempo (\%)} = \sum a \left(\frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{5} \quad (5)$$

$$\blacksquare \text{ Índice de Impacto no custo (\%)} = \sum a \left(\frac{n}{N} \right) \times \frac{100}{5} \quad (6)$$

Nas equações apresentadas a é a constante expressa pelo respondente para qualificar o atraso na escala de 1 a 5 utilizada, n é a frequência com que a mesma resposta aparece para cada atraso e N é o número total das respostas. Podemos então encontrar os índices de importância neste caso (Quadro 21, 22, 23 e 24) com recurso à equação 7.

$$\blacksquare \text{ Índice de Importância (\%)} =$$

$$= \frac{\text{Índice de Freq.(\%)} \times \text{Índice de Impacto Tempo (\%)} \times \text{Índice de Impacto Custo (\%)}}{100^2} \quad (7)$$

A análise dos restantes dados recolhidos é feita fundamentalmente através de uma análise estatística descritiva e foi elaborada com recurso ao *software* de análise estatística SPSS V17. A exceção é a análise comparativa entre grupos para a escolha do tipo de método/soluções construtivas durante a fase de concepção do projeto que, para ser possível uma fácil visualização de resultados e a sua comparação, foi feita com recurso aos índices de frequência explicados anteriormente (Equação 4).

4.2. Caracterização das entidades e profissionais participantes no estudo

4.2.1. Perfil das entidades participantes

Foi pedido aos participantes que revelassem a distribuição percentual dos projetos em que as entidades a que pertencem estão envolvidas segundo a divisão proposta por Matias (2010). A divisão incluía:

- Obras de arte (pontes, barragens, viadutos, túneis, estádios, etc.);
- Vias de comunicação rodoviárias, ferroviárias e infra-estruturas portuárias e aeroportos;
- Empreendimentos turísticos, comerciais e edifícios administrativos;
- Empreendimentos residenciais públicos;
- Empreendimentos residenciais privados;
- Outras obras públicas (escolas, hospitais, arranjos exteriores, infra-estruturas hidráulicas, gás, telefone, electricidade, complexos desportivos, etc.).

As figuras seguintes revelam a distribuição de projetos em que as entidades participantes estão envolvidas (Figuras 15, 16).

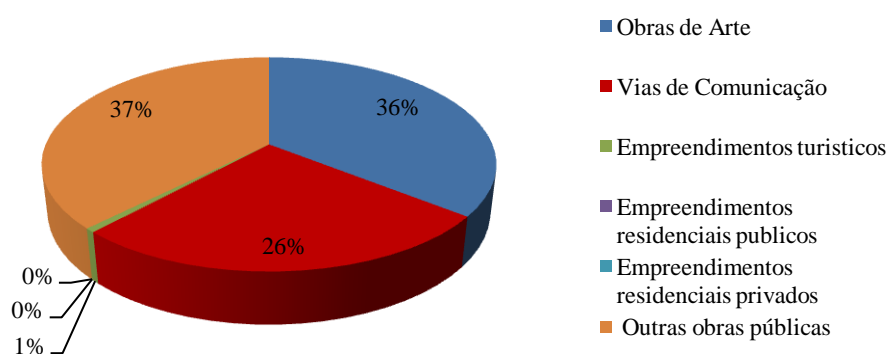


Figura 15 - Perfil das obras realizadas pelos donos de obra privados participantes

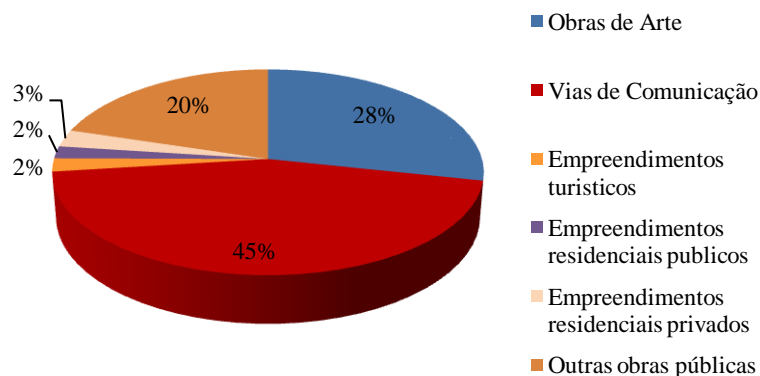


Figura 16 - Perfil das obras realizadas pelos projetistas participantes

O perfil das obras realizadas pelos DO Públicos participantes enquadra-se, na sua totalidade, em “Obras Públicas”.

Quanto ao número de projetos em que as empresas estão envolvidas em média anualmente, os gabinetes de projeto referiram 34 projetos por ano e os donos de obra privados 39 projetos por ano, para um período de execução de 7 e 12 meses, respectivamente.

Relativamente às obras concluídas nos últimos cinco anos, a percentagem de obras concluídas com custo igual ou inferior ao inicialmente orçamentado foi de 15% para os donos de obra privados, 54% para os donos de obra públicos e 19% para os projetistas. Os respondentes referiram ainda que, no último ano, as obras concluídas antes ou dentro do prazo inicialmente previsto foi de 42% para os donos de obra privados, de 52% para os donos de obra públicos e de 26% para os projetistas.

Deste modo, podemos verificar que, segundo os participantes neste estudo, mais de 50% dos projetos são concluídos acima do custo inicialmente previsto e com atrasos, o que vem de encontro aos motivos apresentados para a falta de competitividade das empresas portuguesas e da indústria de construção em Portugal.

4.2.2. Perfil dos respondentes

As figuras seguintes mostram a distribuição de funções que cada participante desempenha na sua empresa/Câmara Municipal (Figura 17, 18 e 19), e é referido há quanto tempo desempenham essas funções e há quanto tempo trabalham nessa entidade patronal.



Figura 17 - Perfil dos donos de obra privados entrevistados

De referir que, em média, os entrevistados representantes dos donos de obra privados disseram estar nas empresas a que pertencem à 16 anos e que desempenham as funções descritas na Figura 17 à 10 anos, o que revela a larga experiência dos entrevistados nos cargos de grande responsabilidade que ocupam.



Figura 18 - Perfil dos donos de obra públicos inquiridos

Em média, os inquiridos representantes dos donos de obra públicos referiram trabalhar nos municípios a que pertencem à 18 anos e que desempenham as funções descritas na Figura 18 há 8 anos o que, em semelhança ao grupo dos donos de obra públicos, demonstra a larga experiência adquirida pelos participantes.



Figura 19 - Perfil dos projetistas entrevistados

Em média, os projetistas entrevistados referiram trabalhar nos gabinetes de projeto a que pertencem à 7 anos e que desempenham as funções descritas na Figura 19 à 4 anos, um valor mais baixo que o revelado nos grupos anteriores mas certamente com pouca influência na sua experiência como fica demonstrado pelos cargos de grande responsabilidade ocupados pela maioria dos entrevistados.

4.3. Fase de concepção do projeto e preparação de concurso

4.3.1. Análise e discussão dos dados da fase de concepção do projeto e preparação do concurso

Relativamente a estas fases do projeto, os participantes neste estudo responderam a questões relacionadas com a definição das especificações do projeto, o tipo de métodos/opções construtivas escolhidas, a sua opinião relativamente ao tempo disponível para a concepção do projeto por parte dos projetistas, a selecção dos gabinetes de projeto e motivos de atrasos que podem ocorrer nesta fase. Os motivos que originam atrasos nesta fase e na fase de concurso serão analisados em conjunto e apresentados na secção referente à próxima fase – “Análise e discussão dos dados da fase de concurso”.

Segundo a Ordem dos Engenheiros, um dos factores do qual depende o sucesso do projeto é a definição rigorosa do que o DO pretende, i.e. definir o que é, para o DO, valor (Ordem dos Engenheiros, 2006). Consideram ainda que, a falta a falta de rigor na identificação do programa preliminar que permitirá definir o objecto da empreitada e desenvolver o projeto, transfere muitas vezes para os projetistas a responsabilidade de “adivinhar” o que o dono de obra pretende (Ordem dos Engenheiros, 2006). A Figura 20 representa os dados obtidos acerca dos métodos utilizados pelo DO para especificar os seus pré-requisitos aos projetistas, i.e., como especifica o que é para si, valor.

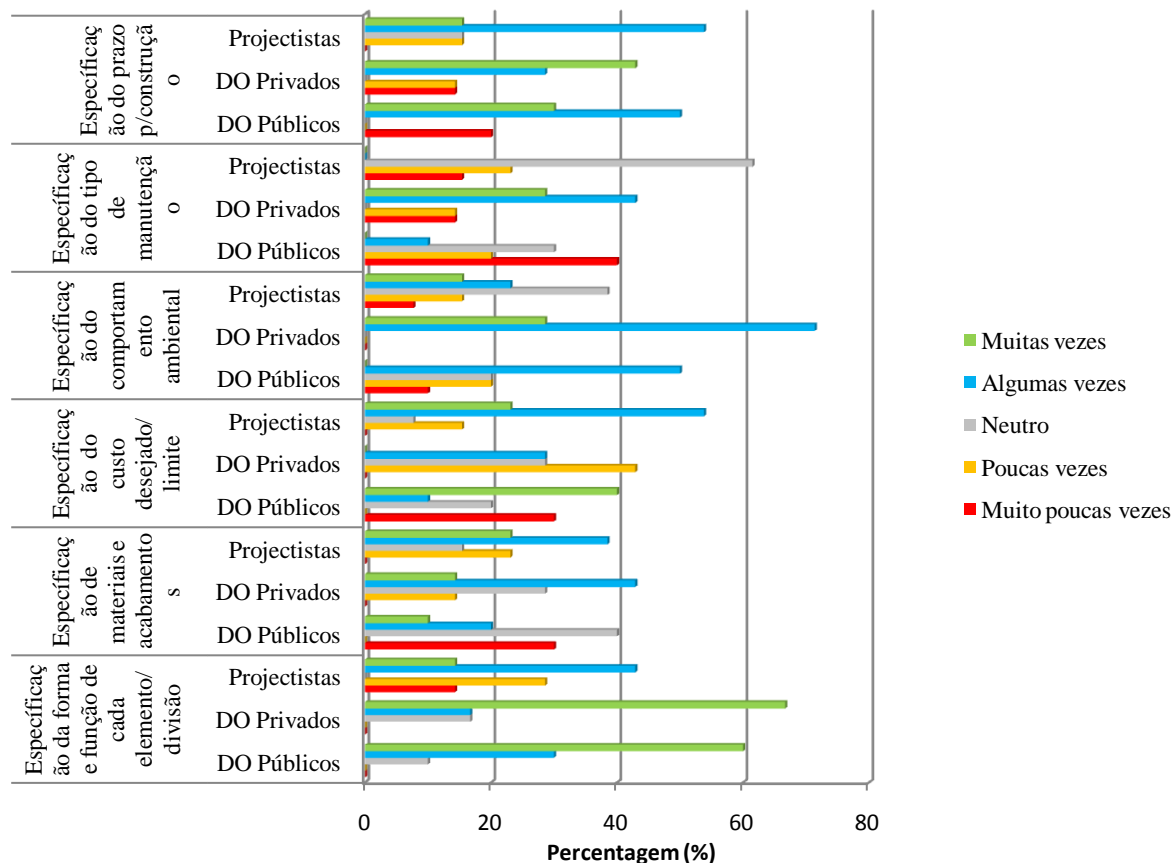


Figura 20 - Métodos utilizados pelo dono de obra para especificar os pré-requisitos do projeto aos projetistas

A partir da análise dos dados da Figura 20 observamos que, relativamente à especificação do tempo disponível para a construção, os donos de obra privados e públicos consideram que este é referido muitas ou algumas vezes (respostas 4 e 5), com 72% e 80%, respectivamente. Para o mesmo espectro de respostas, os valores obtidos no caso dos projetistas não diferem muito dos anteriores, com 69% dos entrevistados a escolherem a resposta 4 ou 5. A tendência de respostas parece indicar que os três grupos concordam entre si e que este é um aspecto comumente definido pelo DO aos projetistas. No entanto, é de referir foram obtidas respostas por parte dos grupos dos Donos de Obra com a nota mais baixa da escala proposta (“muito poucas vezes”), nomeadamente 14% (1 resposta) para os DO Privados e 20% (2 respostas) para os DO Públicos. Este valor parece ser algo alto, em particular no caso dos DO Públicos onde poderia ser expectável uma maior convergência de respostas já que é o grupo que têm uma maior semelhança entre os projetos conduzidos e têm maiores restrições ao nível da escolha do modelo contratual, estando mais preso a modelos de contratação tradicionais.

O tempo disponível para a construção é um factor muito importante para os Donos de Obra, que muitas vezes estão sujeitos a vários tipos de restrições, como por exemplo a necessidade de construir os seus projetos numa altura específica do ano. Os métodos e soluções construtivas escolhidas devem então ser optimizadas em função dessas restrições por forma a melhorar a construtabilidade e permitir eliminar alguma complexidade “desnecessária” que o projeto possa conter, beneficiando a perspectiva de fluxo do projeto. Se a concepção do projeto tiver ainda em conta a sequência de construção e permitir menos unidades de produção ao mesmo tempo em obra, os custos e a variabilidade finais serão muito menores, assim como os custos do empreiteiro com a logística (Conte e Gransberg, 2001), uma medida que pode ser especialmente efectiva se for possível a adopção de contratos mais “relacionais”. Todavia, isto só é possível se os projetistas souberem o tempo disponível para a construção do projeto e adaptarem os métodos construtivos escolhidos aos problemas específicos que cada projeto coloca. Este factor é especialmente condicionante no modelo de contratação tradicional, onde os empreiteiros têm pouca margem para alterar os métodos construtivos escolhidos previamente e recebem os documentos necessários à construção do projeto já elaborados pelos projetistas. Isto significa que estão dependentes das opções tomadas numa fase anterior do projeto e das considerações efectuadas sobre o tempo disponível para a construção.

Parece então que este aspecto é definido na maioria das vezes pelos donos de obra aos projetistas, e que os participantes dos três grupos concordam entre si. No entanto, é de referir que os donos de obra privados e públicos mencionaram que este critério é muito poucas vezes especificado em 14% e 20%, respectivamente. Estes valores são algo elevados o que pode indicar que o dono de obra nem sempre define correctamente este parâmetro, sendo este um parâmetro que é essencial definir pelo DO de forma a que possa ser potenciada a criação de valor que LC advoga.

Relativamente à especificação do tipo de manutenção desejado para a empreitada após a sua construção, observamos diferenças significativas entre os grupos. Nos donos de obra privados este

parece ser um factor com relevância com as respostas 4 e 5 a reflectirem 71% (5 respostas) das respostas totais. Já nos donos de obra privados, o mesmo espectro de respostas reflecte apenas 10% (1 resposta) das opiniões, e todas com a resposta 4 (algumas vezes), ao passo que 40% (4 respostas) das respostas referem que este factor é muito poucas vezes especificado. Este facto pode derivar directamente do tipo e especificidade dos projetos conduzidos, tradicionalmente menos complexos no grupo dos Donos de Obra Públicos. No grupo dos projetistas a predominância é a resposta 3, com 62% (8 respostas) das respostas, mas é importante observar que nenhum entrevistado refere as respostas 4 ou 5.

As respostas obtidas no grupo dos Gabinetes de Projeto parece afastar-se muito do desejável e proposto pela LC, e no caso dos grupos dos Donos de Obra seriam desejáveis resultados mais elevados já que, na grande maioria dos casos, serão eles próprios a fazer a exploração das construções e serão responsáveis pelos seus custos de manutenção. A LC propõe o *Design* de Manutenção, uma estratégia que estuda e planeada a manutenção e exploração de uma edificação, o que comporta tipicamente entre 60 a 80% do custo total da edificação no seu ciclo de vida. Bae e Kim (2008), referem que se factores sociais e económicos forem considerados durante a fase de concepção do projeto, a segurança e bem-estar dos seus ocupantes e de toda a comunidade, bem como o custo e facilidade de manutenção da construção podem ser assegurados, pontenciando assim a criação de valor para o DO.

Já a especificação, por parte do dono de obra, do comportamento ambiental desejado, a predominância das respostas para os donos de obra privados e públicos é a resposta 4 (algumas vezes) com 72% (5 respostas) e 50% (5 respostas), respectivamente. No entanto, as respostas 4 e 5 englobam 100% (7 respostas) das respostas obtidas dos donos de obra privados ao passo que, nos donos de obra públicos, as respostas 1 e 2 englobam 30% (3 respostas). Nos projetistas, a resposta predominante é o 3, com 39% (5 respostas), sendo que as restantes respostas estão divididas pelas outras opções disponíveis e com uma distribuição aproximadamente linear. Parece então haver alguma discrepância nas respostas entre grupos, com o factor ambiental a revelar ser mais preponderante para os donos de obra privados, por ventura devido a especificidade das áreas de negócio em que operam e o tipo de construção de que necessitam, que é bastante diferente do tipo de construção praticado pelos municípios. Durante as entrevistas, foi referido várias vezes pelos entrevistados que muitas vezes os donos de obra remetem a especificação ambiental para o simples cumprimento da legislação em vigor, não tendo qualquer tipo de preocupação extra com este aspecto, sendo que este tipo de comportamento não compromete necessariamente a criação de valor ou a geração de desperdício durante a fase de concepção do projeto e preparação do concurso.

Quanto à especificação do custo desejado/limite para a construção, os projetistas consideram que este aspecto é referido algumas ou muitas vezes (resposta 4 e 5), com 77% (10 respostas) das respostas. O mesmo espectro de respostas (4 e 5) atinge 50% (5 respostas) das respostas no grupo dos donos de obra públicos. No entanto, 30% (3 respostas) das respostas no mesmo grupo referem que este aspecto é referido muito poucas vezes (resposta 1), sendo este o único grupo com resposta 1 neste

aspecto. Já nos donos de obra privados, a resposta com maior relevância é 2 (poucas vezes), com 43% (3 respostas). Observamos então, que na opinião dos donos de obra privados participantes deste estudo, este aspecto é muitas vezes escondido dos projetistas.

Segundo uma perspectiva Lean, é aconselhável que o DO especifique este aspecto aos projetistas de forma a não comprometer a criação de valor e a busca de uma solução economicamente ótima para o projeto, e possibilite a aplicação de uma das metodologias *Lean* existentes para a fase de concepção do projeto, o *Target Costing*, que começa exactamente com a especificação, por parte do DO, da quantidade de dinheiro que tem disponível e está disposto a gastar para alcançar o que pretende (Ballard, 2008).

A especificação dos materiais/acabamentos a utilizar em cada divisão/elemento por parte do dono de obra é referido pelos projetistas em 62% (8 respostas) das respostas e para o espectro de respostas 4 e 5. Todavia, a resposta 2 (poucas vezes) é também significativa e é referida em 23% (2 respostas) das respostas. Para o mesmo espectro de respostas (4 e 5), os donos de obra privados e públicos obtêm 58% (4 respostas) e 30% (3 respostas), respectivamente. É relevante o facto de a percentagem de respostas 1 (muito poucas vezes) no grupo dos donos de obra públicos ser 30% (3 respostas), o que é igual ao valor agregado das respostas 4 e 5 no mesmo grupo.

Podemos então observar que, segundo os dados obtidos neste estudo, este aspecto não é muitas vezes definido pelos donos de obra, que parecem deixar a definição deste tipo de escolhas ao critério dos projetistas. Isto pode ser considerado pouco desejável segundo a perspectiva *Lean* já que a visão e o significado de valor muda de cliente para cliente, o que faz com que seja fundamental a sua definição correcta (Vennstrom 2008). No entanto, o facto de alguns DO não definirem extensivamente este aspecto aos projetistas na fase de concepção do projeto não pode ser considerado directamente um motivo de desperdício ou um que condicione a criação de valor para o DO, já que pode ser argumentado que a exigência da definição deste ponto depende fundamentalmente do tipo e especificidade do projeto a ser elaborado.

Finalmente, a especificação da forma e função de cada divisão/elemento apresenta alguma convergência nas respostas dos donos de obra, com uma percentagem agregada de respostas 4 e 5 de 83,4% (5 respostas) e 90% (9 respostas) para os donos de obra privados e públicos, respectivamente. Para o mesmo espectro de respostas, os projetistas apresentam uma percentagem de resposta de 57,2% (4 respostas), mas são o único grupo com respostas 1 e 2, com uma percentagem agregada de 42,9% (3 respostas). Na perspectiva dos donos de obra este aspecto parece ser normalmente definido aos projetistas. No entanto, quando analisamos as respostas dos projetistas observamos que a sua opinião é relativamente diferente da dos donos de obra, com uma taxa conjunta de respostas 1 e 2 de 42,9% (3 respostas), o que pode indicar que, enquanto os donos de obra pensam fornecer os dados *de entrada* necessários (*input*), os projetistas não concordam com esta opinião e referem não receber informação de entrada (*input*) suficiente relativamente a forma e função desejada de cada divisão/elemento da construção na fase de definição do projeto. Também este aspecto poderá revelar uma deficiente

definição do projeto e da noção de valor por parte do dono de obra o que, como foi referido, pode limitar essa criação desse mesmo valor.

Esta falta de rigor na definição dos pré-requisitos por parte do DO não potencia a criação de valor e origina desperdícios, obrigando, muitas vezes, os projetistas a conceber o projeto sem saber quais as expectativas do DO. Isto tem a agravante de potenciar a existência de retrabalho na fase de concepção do projeto ou a trabalhos complementares no projeto quando, já com a empreitada em execução, o dono de obra assume a sua função e decide a proceder a alterações que permitam adaptar a obra ao que gostaria que fosse, mas que não definiu na altura própria. Podemos dizer então que os donos de obra têm que ser mais exigentes e rigorosos na definição do projeto e no que é para si valor e, sempre que possível, suportar as suas opções no uso de técnicas *Lean* como o *Evidence Based Design* e o *Set Based Design* de forma a potenciarem essa criação de valor. É aconselhada também a elaboração de projetos de manutenção que permitam otimizar os gastos com as construções ao longo da sua vida útil, bem como potenciar aspetos sociais relacionados com a sua exploração. A disponibilização aos projetistas de um maior número de informações, nomeadamente o dinheiro que os donos de obra estão dispostos a gastar para construir o projeto e o tempo em que este tem que ser construído são também informações muito relevantes na fase de concepção do projeto e podem potenciar a criação de valor para o DO.

Foi também perguntado aos participantes neste estudo quais, entre os métodos em cima descritos, os três (por ordem de importância) que consideravam fundamental serem correctamente definidos na fase de concepção do projeto e por parte do DO para que o projeto tenha sucesso.

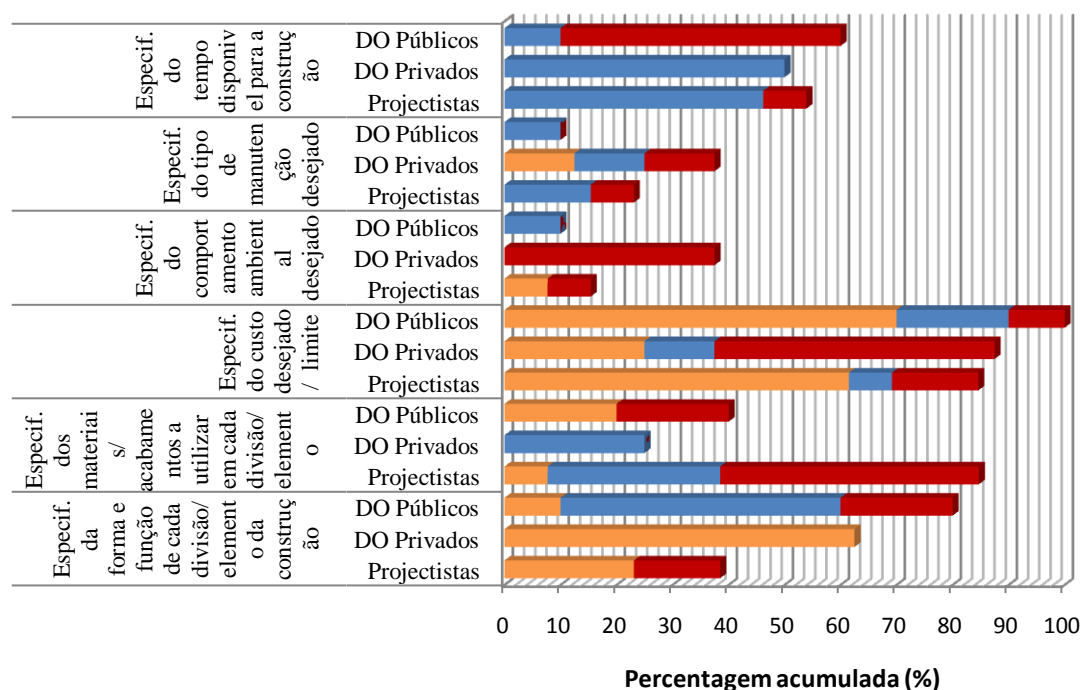


Figura 21 - Importância para o sucesso do projeto atribuída aos "métodos" de definição do projeto apresentados em percentagem acumulada

A partir da análise da Figura 21 observamos que, neste estudo, para o grupo dos projetistas o factor mais importante a definir correctamente nesta fase do projeto é o custo desejado/limite para a construção, com 60% (8 respostas) das respostas a atribuírem-lhe a primeira posição, i.e., a ser referido como o mais importante. Este parece então ser o aspecto com mais importância neste grupo e em comparação com a figura anterior, podemos observar que na opinião dos profissionais entrevistados neste grupo este aspecto é normalmente especificado pelos donos de obra (predominância de respostas 4 na escala proposta).

Apesar da definição do custo desejado/limite ser uma condição necessária e essencial para a aplicação do *Target Costing* e este facto poder parecer um bom indicador para a sua aplicação não é condição única, e é necessário tempo e proximidade por parte do dono de obra para ser possível moldar o produto e o processo de concepção do projeto de forma a produzir o valor que pretende e dentro das limitações impostas.

No grupo dos donos de obra públicos a definição do custo desejado/limite também é o aspecto mais vezes referido como o mais importante, com 68% (7 respostas) das respostas neste grupo, mas quando comparamos com a figura anterior, observamos que 30% (3 respostas) das respostas obtidas no mesmo grupo indicam que este aspecto não é especificado muitas vezes. Isto pode indicar que, apesar dos donos de obra públicos terem a consciência que a correcta definição deste aspecto é essencial nem sempre o fazem. Como foi referido em 2.2.3.1., de uma perspectiva *Lean* este aspecto pode comprometer a criação de valor durante a fase de concepção do projeto e a aplicação do *Target Costing*. Apesar de neste grupo a integração do empreiteiro na fase de concepção do projeto não ser possível devido a limitações naturais e impostas pelo Código de Contratação Pública, existem outras técnicas *Lean*, descritas em 2.2.3, que podem ser aplicadas durante a concepção do projeto.

Para o grupo dos donos de obra privados a definição do custo desejado/limite é também um aspecto com muita relevância. No entanto consideram que a especificação da forma e função de cada divisão/elemento é que é o aspecto mais importante, com 63% (5 respostas) das respostas deste grupo a atribuírem-lhe a importância máxima. Em comparação com os resultados obtidos na figura anterior observamos que os donos de obra privados consideram que este aspecto é muitas vezes especificado, com 67% (4 respostas) das respostas, o que pode indicar que este aspecto não é negligenciado dentro deste grupo.

Já para os donos de obra públicos e como era expectável, a especificação da forma e função de cada divisão/elemento da construção também tem um peso relativo bastante grande. No entanto, é interessante observar que este aspecto não aparenta ter tanto peso no grupo dos projetistas, com uma percentagem agregada de respostas de apenas 40% (5 respostas) e atrás de aspectos como a definição dos materiais/acabamentos e do tempo disponível para a construção.

O aspecto mais importante para os donos de obra privados aparenta ser a especificação da forma e função de cada divisão/elemento, com 63% (5 respostas) das respostas deste grupo a

atribuírem-lhe a importância máxima. Em comparação com os resultados obtidos na figura anterior observamos que os donos de obra privados consideram que este aspecto é muitas vezes especificado (resposta 5 na escala proposta), com 67% (4 respostas) das respostas, o que pode indicar que este aspecto não é negligenciado dentro deste grupo.

Globalmente e segundo os participantes neste estudo, a especificação do custo aparenta ser o aspecto a definir mais preponderante nesta fase do projeto, sendo o aspecto que obtém as maiores percentagens de resposta agregadas em todos os grupos, ou seja, é o aspecto referido mais vezes como um dos “três mais importantes” em todos os grupos do estudo.

Como foi referido em 2.1.4., a correcta definição do projeto e do significado de valor por parte do dono de obra é um aspecto fundamental para o sucesso do mesmo e para potenciar a criação de valor e eliminação de desperdícios que as metodologias *Lean* propõe, e maior atenção têm que ser dada por parte dos donos de obra à definição do projeto, com particular atenção aos aspectos considerados mais preponderantes e que, segundo os resultados obtidos, são os mais importantes e nem sempre são definidos.

O estudo tentou também perceber que tipos de métodos e soluções construtivas que pudessem de algum modo minimizar as peculiaridades e o desperdício da construção eram escolhidos durante a fase de concepção do projeto, com particular interesse na utilização de elementos pré-fabricados e de elementos *make-ready*. De modo a ser possível uma fácil visualização de resultados e a comparação entre grupos, foram encontrados índices de frequência de utilização de cada elemento usando a metodologia explicada em 4.1. (Equação 4). Os resultados obtidos encontram-se na Figura 22:

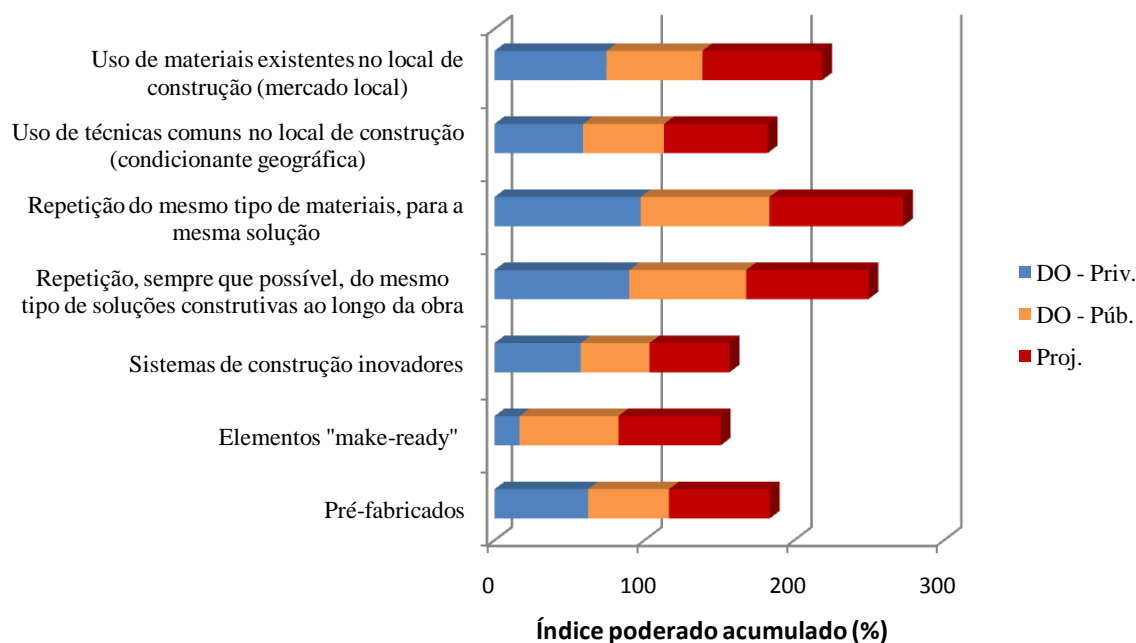


Figura 22 - Tipo de métodos/soluções construtivas escolhidas durante a fase de concepção do projeto em percentagem acumulada

Apesar dos resultados obtidos com a resposta a esta pergunta e demonstrados na Figura 22 acabarem por não ser conclusivos e exista uma predominância de respostas mediana (resposta 3 na escala de 1 a 5 proposta), são evidentes algumas tendências. A primeira será o elevado índice que a repetição de soluções construtivas e materiais para a mesma situação em obra atinge em todos os grupos. A repetição de soluções e métodos construtivos ao longo da obra pode minimizar a criação de desperdício já que são possíveis ciclos de aprendizagem por parte dos trabalhadores que conduzam um aumento de produtividade e fiabilidade do projeto. A segunda será a existência de uma certa convergência de opinião entre grupos, talvez com excepção na utilização de elementos *make-ready*, com uma pontuação muito baixa no grupo dos donos de obra privados.

Apesar desta baixa pontuação, foi possível registar durante as entrevistas aos donos de obra privados algumas boas práticas relacionadas com a utilização deste tipo de elementos o que pode indicar boas perspectivas para o crescimento da sua utilização no futuro. A título de exemplo, um dos entrevistados referiu a utilização de casas de banho e de outros elementos complexos e de grande valor acrescentado completamente pré-fabricados nas empreitadas da empresa a que pertence, com muito sucesso em termos de tempo, existência de trabalhos a mais e satisfação.

Em semelhança à utilização de elementos *make-ready*, a utilização de elementos pré-fabricados correntes obtém também uma pontuação muito mediana, não demonstrando um interesse particular pelo uso destas soluções construtivas. No entanto, todos os entrevistados referiram que os elementos pré-fabricados têm um impacto muito positivo no tempo e fiabilidade do projeto e podem de algum modo minimizar a criação de desperdício. A pré-fabricação é vista como um passo fundamental em direcção à industrialização da construção (Koskela, 1992), e a utilização deste tipo de soluções reduzir globalmente a complexidade do projeto através da redução da complexidade de construção (Bertelsen, 2004) e a geração de desperdício até 100% (Tam *et al.*, 2007).

Como foi referido e apesar de os resultados serem inconclusivos, foi possível durante as entrevistas perceber que a indústria está atenta a métodos que possam reduzir a criação de desperdício e complexidade na construção e que, apesar da utilização de elementos pré-fabricados ainda não ser uma constante as boas experiências relatadas com a sua utilização podem indicar que esta é uma área com grande potencial de crescimento no futuro, o que pode conduzir os projetos a metodologias de construção mais *Lean* e com características mais parecidas com as existentes no ambiente da manufatura.

Aos participantes no estudo foi também perguntado a sua opinião relativamente ao tempo imposto pelo dono de obra aos projetistas para a concepção do projeto e elaboração da documentação de concurso. Os resultados encontram-se na Figura 23.

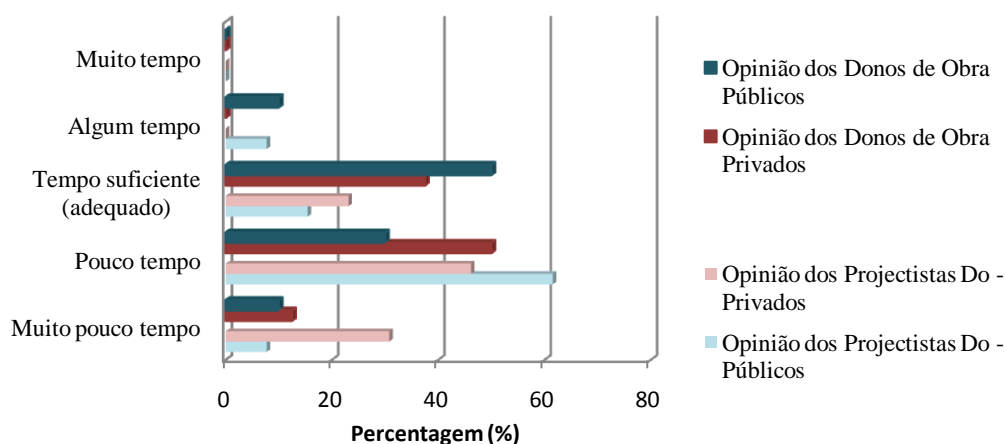


Figura 23 - Opinião relativamente ao prazo imposto pelo dono de obra aos projetistas para a concepção do projeto e elaboração de toda a documentação que vai a concurso

Segundo Love *et al* (2009), prazos curtos para a concepção do projeto e elaboração dos documentos de construção resultam invariavelmente em tarefas omissas (revisões de *concepção* e verificações) e origina a origina à reutilização de trabalho por parte dos projetistas (detalhes de concepção e especificações), o que pode conduzir a uma concepção do projeto que não é totalmente adequado para o seu uso final.

Como se observa pela Figura 23, na opinião dos projetistas e se agregarmos a percentagem de respostas 1 e 2 (pouco e muito pouco tempo), obtemos uma percentagem de 69% (9 respostas) e 77% (10 respostas) para donos de obra públicos e privados, respectivamente. Isto parece indicar que os projetistas sentem que têm pouco tempo para a elaboração do projeto, principalmente quando trabalham para donos de obra privados. Paradoxalmente e apesar de não se regerem pelas mesmas regras legais de contratação, também os donos de obra privados consideram que dão pouco tempo aos projetistas para desenvolver e detalhar a concepção do projeto, com uma percentagem de respostas de 63% (5 respostas) para o mesmo espectro de respostas. Nos donos de obra públicos, este valor desce para 40% (4 respostas), o que longe de revelar uma situação ótima, parece confirmar a tendência de respostas obtidas dos projetistas. No entanto, podemos considerar que estes estão mais limitados relativamente aos prazos legais para os procedimentos de contratação de projetos, os quais, segundo o despacho da Ordem dos Engenheiros de Setembro 2006, não são compatíveis com os prazos politicamente desejáveis para o cumprimento dos programas e colocar em utilização um bem que se pretende satisfazer as necessidades de interesse público.

Sendo a engenharia e o próprio processo de concepção do projeto processos iterativos na tentativa de se obter uma solução ótima (Freire e Alarcon, 2002) e se reduzir o custo da construção (Doudou e Liang, 2009) a realidade exposta pelos resultados deste estudo estão longe do que seria desejável, limitando a capacidade dos técnicos envolvidos no processo de influenciar positivamente os custos totais do projeto, assim como o tempo de construção e, assim, dificultando a criação de valor para o cliente. Para além disso, prazos curtos para a concepção do projeto e da documentação podem

resultar em tarefas omissas (revisões de concepção e verificações) (Love *et al.*, 2009). De uma maneira global, podemos considerar que, na medida do possível, os Donos de Obra deveriam alargar os prazos para a concepção dos projetos de forma a poderem valorizar os processos de engenharia inerentes a esta fase, e permitir a aplicação de metodologias *Lean* como o *Set Based Design* e o *Targett Costing*. Quando existe a necessidade de assegurar o início da empreitada mais cedo e, por isso, encurtar a fase de concepção do projeto, são aconselhados os contratos Design-Build já que, estudos sugerem ganhos relativos ao tempo quando comparados com os moldes de contrato mais tradicionais.

Os projetistas referiram reciclar de trabalhos anteriores, em média, 22% do trabalho de cada novo projeto o que, apesar de não indicar directamente a existência de um desperdício e até poder beneficiar o fluxo do projeto e revelar alguma poupança de recursos, pode levar à utilização de uma solução sob - óptima para o problema em questão.

Foi também perguntado aos donos de obra privados e aos projetistas se, na sua opinião, os donos de obra recorriam regularmente aos mesmos gabinetes de projeto para elaborarem os seus projetos. Os resultados obtidos estão no Quadro 12:

Quadro 13 – Resposta à pergunta: Os Donos de Obra recorrem aos serviços do mesmo gabinete de projeto para as suas várias empreitadas?

	Projetistas	DO – Privados
Sim (%)	76,9	25
Não (%)	23,1	75

Interessante reparar que as respostas dos dois grupos divergem muito, tendo percentagens de respostas quase opostas. As respostas dos donos de obra parecem confirmar a descentralização que caracteriza o sector, factor que, associado à contratação competitiva, não favorece as condições necessárias para existirem ciclos de aprendizagem e inovação na construção (Gadde e Dubois, 2010). Foi argumentado por um entrevistado no grupo dos donos de obra que a escolha dos mesmos gabinetes de projeto apenas se deve à especificidade dos projetos em questão o que acaba por reforçar a ideia anterior corroborada por Gadde e Dubois (2010). Segundo uma perspectiva *Lean*, o DO deveria ter uma visão estratégica de médio/longo prazo e adoptar formas de contratação mais “relacionais” que permitissem o aumento de confiança mútua e a cooperação com os seus “parceiros”, e assim potenciar as vtagens e competitividade comercial (Colledge, 2005). O uso deste tipo de contractos pode ainda levar a uma melhor gestão de uma das particularidades da indústria da construção: o facto da organização que produz o projeto ser uma organização temporária e tipicamente única de projeto para projeto. É argumentado que a utilização recorrente dos mesmos “parceiros” na elaboração das várias empreitadas de um DO pode conduzir a relações de maior coperação e confiança, potenciar ciclos de aprendizagem e inovação na construção e limitar a ocorrência de desperdícios.

4.4. Fase de concurso

4.4.1. Análise e discussão dos dados da fase de concurso

Na parte do estudo dedicada à fase de concurso os inquiridos responderam a questões relacionadas com a quantidade de pedidos de esclarecimento a que tinham dar resposta (RFI's – *request for information*) e quais os motivos desses pedidos, os motivos dos atrasos (que são analisados em conjunto com os atrasos durante a fase de concepção do projeto e preparação de concurso) e sobre alguns aspectos contratuais.

Relativamente aos atrasos relacionados com as fases de concepção do projeto e preparação de concurso e concurso, o estudo revelou os seguintes dados:

Quadro 14 - Análise das causas de atrasos durante a fase de concepção do projeto e concurso, na óptica dos donos de obra privados

DO - Privados	Frequência da ocorrência		Índice de gravidade do atraso		Índice de importância	
Motivo dos atrasos	Índice (%)	Ranking	Índice (%)	Ranking	Índice (%)	Ranking
Morosidade na resposta aos pedidos de informação (RFI's), clarificação dos projetos e revisões	77,5	1	82,5	1	63,9	1
Interacção/relação com os vários intervenientes (quaisquer que eles sejam)	75	2	80	2	60	2
Elaboração dos estudos técnicos necessários ao projeto	62,8	3	75	3	47,1	3
Morosidade da resposta à aprovação e alterações de materiais	60	4	72,5	4	43,5	4
Atrasos nos pagamentos	52,5	5	57,5	5	30,2	5

Como se observa no Quadro 13, segundo os dados obtidos dos donos de obra privados, os motivos para atrasos mais condicionantes nestas fases do projeto e para este grupo são as respostas a RFI's e a interacção entre os intervenientes.

Quadro 15 - Análise das causas de atrasos durante a fase de concepção do projeto e concurso, na óptica dos donos de obra públicos

DO - Públicos	Frequência da ocorrência		Índice de gravidade do atraso		Índice de importância	
	Índice (%)	Ranking	Índice (%)	Ranking	Índice (%)	Ranking
Motivo dos atrasos						
Morosidade na resposta aos pedidos de informação (RFI's), clarificação dos projetos e revisões	86	1	76	2	65,4	1
Interacção/relação com os vários intervenientes (quaisquer que eles sejam)	78	2	82	1	63,9	2
Elaboração dos estudos técnicos necessários ao projeto	78	2	74	3	57,7	3
Morosidade da resposta à aprovação e alterações de materiais	68	4	60	4	40,1	4
Atrasos nos pagamentos	66	5	58	5	38,3	5

A análise dos dados obtidos no grupo dos donos de obra públicos (Quadro 14) revela convergência com os obtidos no grupo dos donos de obra privados, indicando que os motivos para atrasos mais condicionantes nestas fases são também a resposta a RFI's e a interacção entre os intervenientes.

Quadro 16 - Análise das causas de atrasos durante a fase de concepção do projeto e concurso, na óptica dos projetistas

Projetistas	Frequência da ocorrência		Índice de gravidade do atraso		Índice de importância	
	Índice (%)	Ranking	Índice (%)	Ranking	Índice (%)	Ranking
Motivo dos atrasos						
Morosidade na resposta aos pedidos de informação (RFI's), clarificação dos projetos e revisões	78,5	1	76,9	2	60,4	1
Interacção/relação com os vários intervenientes (quaisquer que eles sejam)	61,5	5	76,9	2	47,3	3

Quadro 17 (Continuação) Análise das causas de atrasos durante a fase de concepção do projeto e concurso, na óptica dos projetistas

Elaboração dos estudos técnicos necessários ao projeto	61,5	5	64,6	4	39,7	5
Morosidade da resposta à aprovação e alterações de materiais	66,2	3	80	1	52,9	2
Atrasos nos pagamentos	78,5	1	52,3	5	41	4

A análise do grupo dos projetistas (Quadro 15) revela que, também neste grupo, a resposta a RFI's é o motivo para atrasos mais condicionante. No entanto, o segundo motivo para atrasos mais condicionante nestas fases de projeto está relacionado com a morosidade na resposta à aprovação e alterações de materiais, motivo relacionado directamente com o dono de obra. A gravidade deste motivo poderia ser expectável neste grupo já que, este é o grupo mais directamente afectado com a falta de dados de entrada (*input*) necessários ao normal prosseguimento dos trabalhos de concepção do projeto.

O Quadro 16 apresenta o resumo das causas de atrasos durante a fase de concepção do projeto e preparação de concurso e fase de concurso para os três grupos:

Quadro 18 - Resumo das causas mais importantes de atrasos nas fases de concepção do projeto e concurso – Comparação entre grupos

Comparação entre grupos	Índice de import. (%)		Índice de import. (%)		Índice de import. (%)		Índice de import. (%)	
Motivo dos atrasos	DO – Priv.	Ranking	DO – Púb.	Ranking	Proj.	Ranking	Total	Ranking
Morosidade na resposta aos pedidos de informação (RFI's), clarificação dos projetos e revisões	63,9	1	65,4	1	60,4	1	189,7	1
Interacção/ relação com os vários intervenientes (quaisquer que eles sejam)	60	2	63,9	2	47,3	3	171,2	2
Elaboração dos estudos técnicos necessários ao projeto	47,1	3	57,7	3	39,7	4	144,5	3

Quadro 19 (Continuação) - Resumo das causas mais importantes de atrasos nas fases de concepção do projeto e concurso – Comparação entre grupos

Morosidade da resposta à aprovação e alterações de materiais	43,5	4	40,1	4	52,9	2	136,5	4
Atrasos nos pagamentos	30,2	5	38,3	5	41	5	109,5	5

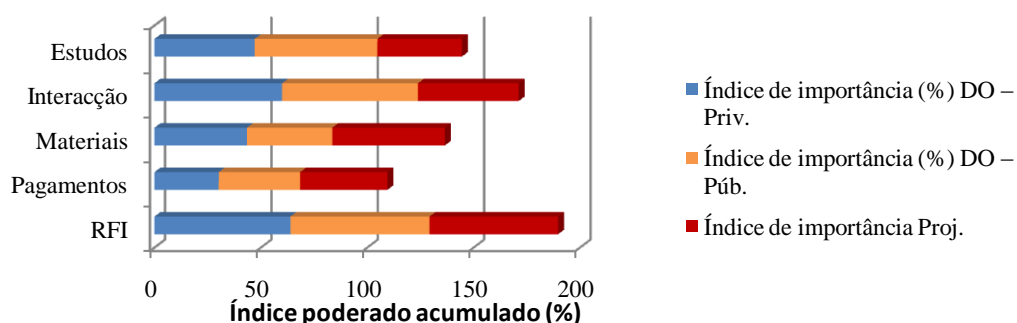


Figura 24 - Atrasos mais condicionantes durante as fases de concepção do projeto e concurso em percentagem acumulada

A análise conjunta dos grupos revela (Figura 24) então quais são, neste estudo, os motivos para atrasos mais condicionantes na fase de concepção do projeto e preparação e concurso e na fase de concurso são claramente a morosidade na resposta aos pedidos de informação (RFI's), clarificação dos projetos e revisões. De facto, este motivo é apontado como o motivo mais frequente para atrasos nos três grupos e, depois de aplicada a metodologia proposta, também como o mais condicionante, o que parece vir de encontro aos resultados revelados por Matias e Cachadinha (2010) que, segundo a perspectiva do empreiteiro, apontam a escassez de detalhes do projeto como o principal motivo para atrasos na fase de concurso. A ocorrência deste motivo está directamente relacionada com a qualidade do projeto a concurso e com a mudança de legislação em 2008 (o segundo motivo de atrasos mais importante para esta fase no estudo de Matias e Cachadinha (2010)), o que resultou num risco acrescido para o empreiteiro, já que os erros e omissões não detectados nesta fase terão que ser assumidos nas fases posteriores por este. Foi argumentado por alguns entrevistados que a mudança de legislação sobre a contratação de 2008 provocou um aumento no número de pedidos de esclarecimento por parte dos empreiteiros. Isto pode originar a rejeição de alguns erros e omissões reclamados pelo empreiteiro por falta de tempo e sobrecarga de trabalho dos projetistas para correctamente avaliar todos os pedidos recebidos o que, já durante a fase de construção, pode trazer custos acrescidos ao projeto se for verificada a veracidade desses erros e omissões.

O segundo motivo mais condicionante é a interacção entre intervenientes, sendo também apontado como o segundo motivo que ocorre com maior frequência nos grupos dos donos de obra

privados e públicos. Segundo o estudo elaborado por Matias e Cachadinha (2010), na perspectiva dos empreiteiros este facto não parece ser dos mais condicionantes na fase de concurso. Deste modo, como na fase de concurso a relação entre o dono de obra e o projetista já se encontra “estabilizada” fruto do seu envolvimento nas fases anteriores e o projeto já “concluído”, as causas deste motivo de atrasos têm que estar enraizadas nas fases anteriores do projeto, nomeadamente na fase de concepção do projeto.

O terceiro motivo mais condicionante são os atrasos na elaboração dos estudos necessários ao projeto, seguidos de muito perto da morosidade na resposta à alteração e aprovação de materiais, dois motivos directamente relacionados com os donos de obra e relacionados com a fase de concepção do projeto.

Relativamente aos atrasos causados por pedidos de informação e esclarecimento, as suas causas podiam ser minimizadas se a integração do empreiteiro fosse possível durante a fase concepção do projeto (Eriksson e Westerberg, 2010) e se se conseguissem atingir formas de trabalho mais colaborativa entre os participantes. No entanto esta integração do empreiteiro na fase de concepção do projeto não é possível de ser feita no caso da contratação pública, que tem de respeitar critérios de igualdade e concorrência entre os empreiteiros candidatos. Ainda assim, existem na metodologia *Lean* métodos que podem ser aplicados. A utilização da ferramenta BIM permitiria reduzir incompatibilidades e erros nos projetos e tornar os projetos que vão a concurso mais claros para todos os empreiteiros. Outra forma possível de atenuar estes problemas será a criação de equipas multidisciplinares, com o intuito dos projetistas terem noções da fase de produção e vice-versa, sendo que a falta de experiência de campo de alguns projetistas foi referida por alguns entrevistados como uma possível fonte de desperdícios às empreitadas e um motivo que pode fazer aumentar a ocorrência de RFI's durante a fase de concurso.

Para o segundo motivo mais condicionante nestas fases, a relação entre os intervenientes, a *Lean* propõe um trabalho próximo e colaborativo e próximo entre os actores chave do projeto desde as fases iniciais, o que pode ser alcançado através da utilização de moldes de “contrato relacionais”. A utilização de tipos de contrato mais “relacional” e a utilização dos mesmos Gabinetes de Projeto para as várias empreitadas de um DO também pode minimizar a ocorrência deste motivo para atrasos, já que é argumentado que isto pode levar à manutenção de atitudes mais cooperantes entre os participantes ao longo do projeto, para além de aumentar os ciclos de aprendizagem entre estes. Para uma abordagem *Lean* à gestão de projeto por parte do DO e como foi referido em 2.2.1.1., Gabriel (1997) refere também a necessidade de existir um representante individual do DO que tenha poder de decisão e que sirva de ponte entre este e os restantes actores chave do processo. Koskela *et al.*, (2002) argumentam que na fase de concepção do projeto, tarefas pobremente definidas e atrasos nas decisões por parte do cliente, juntamente com a variabilidade dos fluxos e uma especificação deficiente de responsabilidades, a acrescentar a uma crónica falta de informação de entrada (*input*) para a concepção do projeto dificultam a criação de valor. Todos estes motivos podem derivar uma definição

inadequada do projeto e comunicação deficiente entre dono de obra e projetistas e, apesar de os projetistas poderem continuar o seu trabalho sem algum tipo de informação de entrada necessária (*input*), isto pode comprometer o normal avanço dos trabalhos de concepção do projeto por falta dessa mesma informação.

Os motivos descritos por Koskela *et al.*, (2002) podem também provocar as causas dos atrasos provocados pelos estudos necessários ao projeto e à alteração e aprovação de materiais, devido à falta de informação de entrada na fase de concepção do projeto. Neste sentido é aconselhável que os donos de obra procedam a um melhor pré-planeamento da fase de concepção do projeto, que permitam um tempo e concepção do projeto mais longo, e que procedam a um acompanhamento mais próximo do mesmo através da colaboração próxima entre os actores chave do processo que a LC advoga.

Foi perguntado aos participantes no estudo, em média quantos pedidos de esclarecimento existiam durante a fase de concurso para várias classes de projeto, por cada empreiteiro candidato. Os resultados obtidos estão na Figura 25:

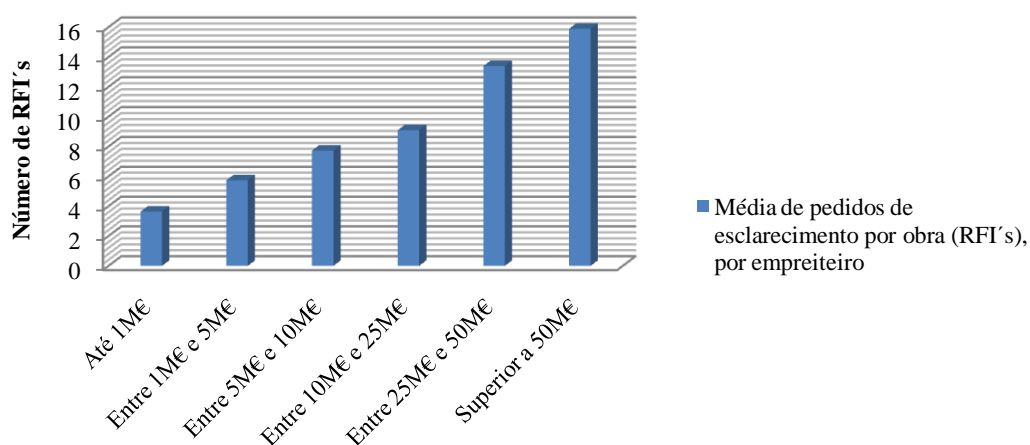


Figura 25 - Média de pedidos de informação e esclarecimento, por empreiteiro candidato

A ocorrência de pedidos de informação durante a fase de concurso obriga ao consumo de recursos na sua resposta o que, olhando à conjuntura económica actual em que é comum haver cada vez mais empreiteiros candidatos às empreitadas que vão a concurso, pode ter custos para o dono de obra significativos. Então, se multiplicarmos o número médio de pedidos de esclarecimento pelo número crescente de empreiteiros candidatos às empreitadas, concluímos que existe um grande número de pedidos de informação a que é necessário responder dentro dos prazos estabelecidos para o concurso. O número crescente de candidatos às empreitadas decorrente da actual conjuntura económica foi referido várias vezes como um factor que fez aumentar os recursos necessários nesta fase de projeto, em particular por parte dos projetistas, no esforço de responder a todos os pedidos

efectuados dentro dos prazos legalmente estabelecidos e de forma a não provocar atrasos ao início da empreitada.

A recente mudança de legislação e do Código de Contratação Pública também pode ter alguma influência na ocorrência de RFI's. Foi argumentado por alguns entrevistados que, devido à maior responsabilização do empreiteiro em relação a erros e omissões não detectados em fase concurso originada pelo novo Código de Contratação Pública, é comum serem apresentados um número excessivo de RFI's por parte dos empreiteiros candidatos de forma a não ser possível ao dono de obra, dentro dos prazos legais, dar uma resposta conveniente a todos eles. Isto leva a que uma parte dos erros e omissões não seja convenientemente analisada e, por isso, possa vir a ser rejeitada por parte do dono de obra. Este facto pode originar problemas e desperdício durante a fase de construção se se verificarem reais esses erros e omissões não aceites durante a fase de concurso e quando estes forem reclamados pelo empreiteiro, maximizando assim os seus lucros e aumentando os custos a serem suportados pelos donos de obra.

A ocorrência de pedidos de informação por falta de detalhes do projeto e também devido à mudança da legislação em vigor em 2008 foi apontada num estudo semelhante publicado por Matias e Cachadinha (2010) e que pretendia aferir a visão dos empreiteiros como um motivo muito condicionante nesta fase, o que parece revelar a importância da ocorrência destes pedidos de informação e esclarecimento para o sucesso da empreitada e indicar um consumo de recursos elevado por todas as partes envolvidas no esforço de clarificar o projeto.

Como se observa no gráfico, os participantes no estudo pensam que existe um crescimento aproximadamente linear no número de pedidos de esclarecimento que ocorrem à medida que o valor total da empreitada aumenta. No entanto, foi referido por grande parte dos entrevistados que o número de pedidos de esclarecimento está mais directamente relacionado com a complexidade e qualidade do projeto que vai a concurso do que com o seu valor total. A redução do número de pedidos de esclarecimento pode ser alcançada se forem utilizados os métodos descritos anteriormente e que foram referidos como possíveis soluções para os atrasos provocados por este tipo de pedidos.

Foi também perguntado aos participantes, quais eram os principais motivos para os pedidos de informação e esclarecimento efectuados pelos empreiteiros candidatos. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 26:

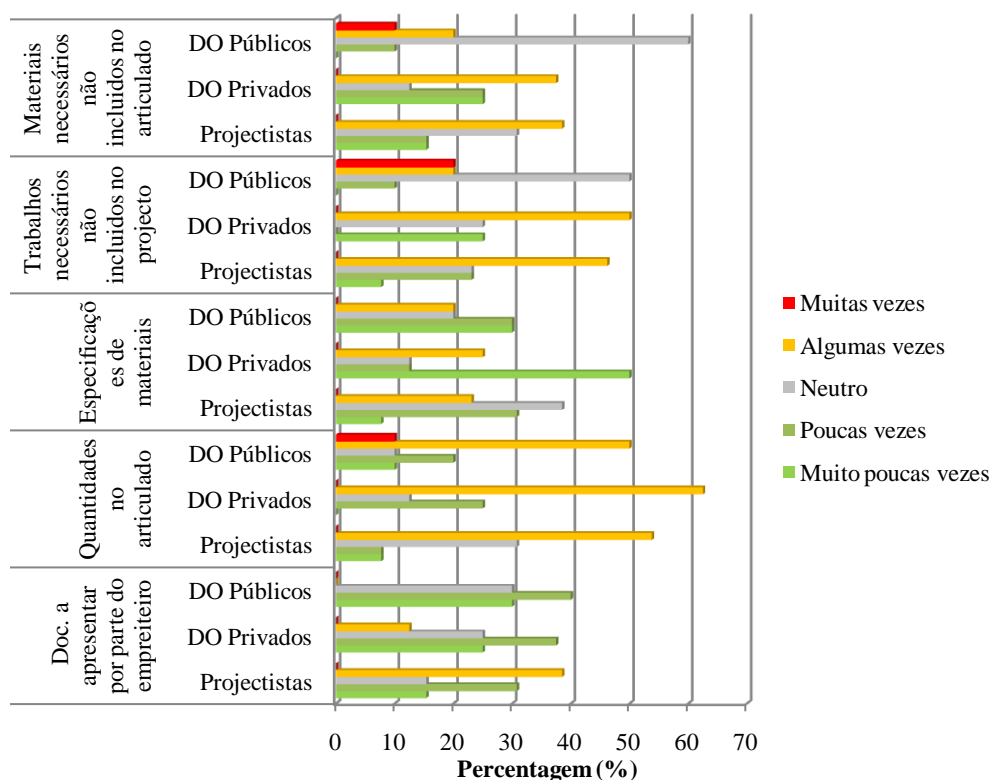


Figura 26 - Análise dos motivos para pedidos de informação e esclarecimento - RFI's

Quando observada a Figura 26, observamos que os motivos que originam mais pedidos de esclarecimento durante a fase de concurso são quantidades presentes no articulado, com uma percentagem de respostas agregadas 4 e 5 (algumas vezes e muitas vezes) de 54% (7 respostas), 63% (5 respostas) e 60% (6 respostas) para os projetistas, donos de obra privados e donos de obra públicos, respectivamente.

O segundo motivo que origina mais pedidos de esclarecimento na fase de concurso são trabalhos necessários não incluídos no projeto, com uma percentagem de respostas agregadas 4 e 5 de 46% (6 respostas), 50% (4 respostas) e 40% (4 respostas) para os projetistas, donos de obra privados e donos de obra públicos, respectivamente.

Assim, os motivos que mais dão origem a pedidos de informação e esclarecimento estão então relacionados com a qualidade e detalhes do projeto apresentado, o que parece vir de encontro aos resultados obtidos e referidos anteriormente para os atrasos mais condicionantes na fase de concepção do projeto e preparação de concurso e fase de concurso.

A ocorrência dos pedidos de esclarecimento poderia baixar drasticamente se fossem utilizadas metodologias *Lean*, nomeadamente a utilização da ferramenta BIM que permite integrar a informação da concepção do projeto e reduzir os seus erros (Owen *et al.*, 2010) e se fossem utilizados moldes de contractos não tradicionais que permitissem uma concepção de projeto mais integrada e com a colaboração directa do empreiteiro seleccionado. Como já foi referido em 2.2.3., segundo Love *et al.* (2009) também o curto tempo que os donos de obra disponibilizam aos projetistas para a elaboração da

concepção do projeto e orçamentos de concepção mais baixos poderão ter relação com a incidência de RFI's já que resultam na omissão de tarefas por parte dos projetistas.

Foi também perguntado aos participantes neste estudo quanto tempo, na sua opinião, demorava a terem pronta a resposta a um pedido de esclarecimento. Os resultados obtidos encontram-se no Quadro 17:

Quadro 20 - Número de dias para preparar a resposta a um pedido de informação/esclarecimento (RFI) durante a fase de concurso

	Projetistas		DO Privados		DO Públicos	
	Média (dias)	Desvio padrão	Média (dias)	Desvio padrão	Média (dias)	Desvio padrão
Tempo necessário para preparar a resposta a um pedido de informação/esclarecimento (RFI's) durante a fase de concurso	3,64	1,120	4,25	1,035	4,80	2,300

Como se observa, os projetistas dizem demorar, em média, aproximadamente três dias e meio a ter a resposta aos pedidos de informação preparada o que, se considerarmos o número de pedidos de esclarecimento que ocorrem por cada empreiteiro e as diversos motivos que os podem originar, gera uma quantidade de trabalho substancial. Este trabalho tem também que ser coordenado com outros projetos que os projetistas poderão ter em curso o que pode adicionar alguma pressão extra ao processo e um esforço extra de coordenação entre o que tem que ser feito, e quando tem que ser feito. A utilização da ferramenta BIM poderia minorar o impacto destes factores já que o acesso e confirmação de toda a informação contida no projeto seria mais rápida, e permite diminuir a ocorrência de erros na informação de concepção do projeto e estimativas mais correctas das quantidades presentes no articulado. Foi perguntado também qual a opinião dos participantes relativamente à percentagem de pedidos de informação não esclarecidos à primeira. O Quadro 18 contém os resultados obtidos.

Quadro 21 - Percentagem de pedidos de esclarecimento (RFI's) não esclarecidos à primeira

	Projetistas (%)	DO Privados (%)	DO Públicos (%)
Média de pedidos de informação/esclarecimento (RFI's), não satisfeitos à primeira, na fase de concurso	17,73	12,50	9,50

Como é possível observar no Quadro 18, os participantes referem que uma parte significativa dos pedidos de esclarecimento não são satisfeitos à primeira, o que obviamente faz aumentar os recursos utilizados nesta fase de modo a serem dadas respostas satisfatórias a todos os pedidos de informação recebidos. Segundo alguns participantes, a ocorrência de pedidos de esclarecimento não esclarecidos à primeira e mesmo a ocorrência de pedidos de esclarecimento teve um aumento significativo após a mudança da legislação na sequência do pelo Decreto-Lei n.º 18/2008, que implica

uma maior responsabilização do empreiteiro no que diz respeito aos erros e omissões do projeto e o responsabiliza por eles, quando não detectados em fase de concurso. Este aspecto poderá ser minimizado pela perspectiva da *Lean Construction* se existir uma verdadeira integração e colaboração durante o processo de construção, e também uma maior responsabilização dos participantes chave no processo para a obtenção de qualidade.

Aos participantes foi também perguntado se o método de selecção e adjudicação dos empreiteiros que apresentam a proposta mais baixa tem influência nos erros, sobrecusto e atrasos na construção. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 27.

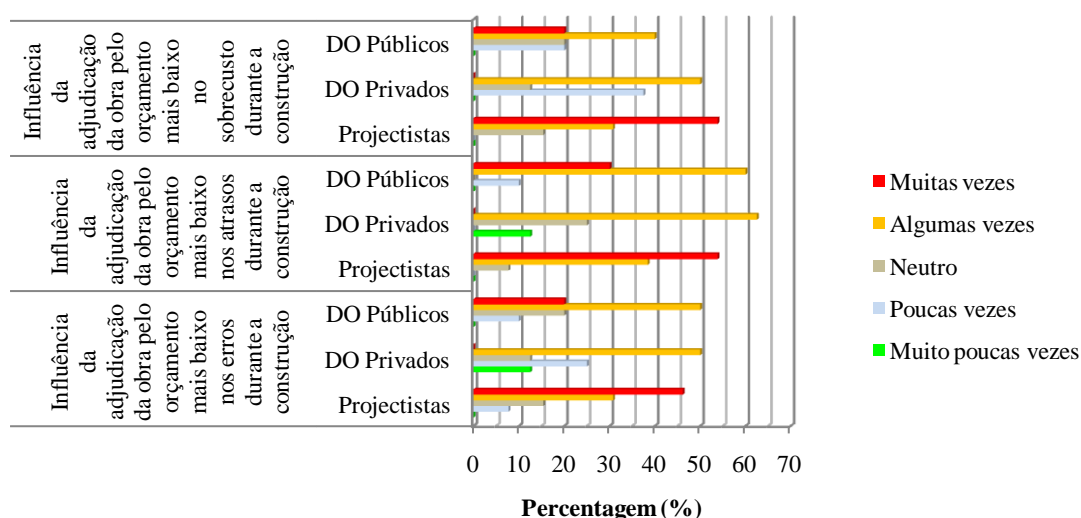


Figura 27 - Relação entre a adjudicação da empreitada ao empreiteiro que apresenta o orçamento mais baixo com os erros, sobrecusto e atrasos na construção

Como se observa, segundo a opinião dos entrevistados, a tradicional prática de adjudicação das empreitadas pelo preço mais baixo tem relação com os atrasos, sobrecusto e erros durante a construção, o que parece indicar que este método de selecção e adjudicação conduz a problemas durante a fase de construção do projeto. Foi mesmo referido por um entrevistado que a entidade a que pertencia abandonara este método de selecção e adjudicação de propostas devido a más experiências no passado, tendo adoptado critérios de adjudicação com recurso à ponderação de vários critérios definidos.

Com a abordagem tradicional, muitas vezes a única forma do empreiteiro se manter no negócio ou simplesmente ter um retorno razoável do seu investimento é usar todas as oportunidades para cortar custos por fazer “atalhos” na entrega do produto ou fazer dinheiro em “trabalhos a mais” (Cullen *et al.*, 2005), e tem-se vindo a e

cação de técnicas e metodologias *Lean*, mitigar a ocorrência destes factores através de uma melhor avaliação das propostas candidatas e dos pesos relativos atribuídos aos vários aspectos das propostas candidatas, de uma maior integração dos participantes chave no processo de construção

através de contractos mais “relacionais” e da responsabilização, através de contractos, dos participantes envolvidos no processo.

Foi referido por um dos entrevistados que pertencia a uma entidade que não recorria ao modelo de contratação mais tradicional de concursos públicos competitivos e que procedia à prévia avaliação e selecção de empreiteiros candidatos que depois eram convidados a apresentarem uma proposta, que a selecção da proposta mais baixa não tinha grande influência nos atrasos, erros e sobrecusto durante a construção o que parece reforçar a importância que a correcta avaliação da capacidade técnica dos empreiteiros e das propostas têm no sucesso das empreitadas.

4.5. Fase de preparação e acompanhamento de obra

4.5.1. Análise e discussão dos dados da fase de preparação e acompanhamento de obra

Relativamente à fase de preparação e acompanhamento de obra, os participantes neste estudo responderam a questões relacionadas com a realização de reuniões de *team building*, a identificação de potenciais áreas de conflito ou problemas durante a construção do projeto, com os métodos de planeamento e controlo de projeto que utilizam e sobre as causas de atrasos mais comuns durante a fase de construção.

Foi perguntado aos participantes no estudo se, durante a fase de preparação de obra, eram conduzidas algum tipo de reuniões de *team building* e se eram identificadas potenciais áreas de conflito/problemas a longo do projeto, i.e., actividades com uma grande incerteza e risco associados. Os resultados obtidos encontram-se no Quadro 19:

Quadro 22 - Análise da frequência da realização de reuniões de team building

	Realização de reuniões de <i>team building</i>		Identificação de potenciais áreas de conflito/problemas a longo do projeto	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
DO - Privados	4,13	1,126	4,38	0,518
DO - Públicos	4,00	1,155	3,60	1,174

Segundo a opinião dos entrevistados, na fase de preparação de obra são conduzidas algum tipo de reuniões de *team building*. Apesar da ordem de trabalhos e aspectos contemplados durante estas reuniões ser muito variável entre os participantes, o facto de os participantes reconhecerem que algum tipo de reuniões de *team building* são conduzidas antes do início da construção do projeto pode facilitar e favorecer a implantação de metodologias *Lean* durante a construção do projeto e o desenvolvimento de relações mais próximas e de confiança entre os seus participantes.

Também referiram a identificação de potenciais áreas de conflito/problemas durante a fase de construção do projeto, o que pode minorar a ocorrência de conflito através da uma postura mais justa entre os participantes no projeto e a ocorrência de gastos desnecessários. O grupo dos donos de obra

privados obteve um valor significativamente mais alto que os donos de obra públicos, facto que pode ser explicado com a especificidade e complexidade dos projetos em que estes participam e em comparação com os projetos mais comumente realizados pelos municípios, o que pode indicar uma maior importância na identificação das actividades com maior risco e incerteza associadas neste grupo.

Apesar de neste trabalho não ter sido possível perceber com que objectivos e de que forma são conduzidas estas reuniões de *team building* é argumentado que a implementação de técnicas de *team building* durante a construção é essencial para a existência de um esforço de parceria entre os participantes (Glagola e Sheedy, 2002) e é referido como sendo muito importante para a construção de relações saudáveis e de cooperação entre os participantes do projeto. A identificação das actividades com maior risco associado durante a fase de preparação de obra também pode favorecer a construção de uma relação de confiança e colaboração entre os participantes, podendo contribuir para manter essas relações durante a fase de construção do projeto e minimizar os impactos nefastos do conflito.

Foi também perguntado aos donos de obra participantes no estudo, que métodos de controlo de projeto são utilizados e a sua importância. Os resultados obtidos estão no Quadro 20:

Quadro 23 - Métodos de controlo de projeto utilizados

	DO – Privados			DO – Públicos		
	Sim	Não	Importância	Sim	Não	Importância
Caminho crítico (CPM)	8	0	4,71	7	2	4,57
Last Planner e PPC (Plan Percent Complete)	2	6	5	1	8	5
Antevisão semanal, a três semanas ou a um mês	8	0	4,43	4	5	4,43
Entregas de material JIT (<i>Just in Time</i>)	5	3	4,4	6	3	4,4
PERT ou outros métodos estocásticos	3	5	4	6	3	4

Pela análise do Quadro 20 observamos que o conceito de *Last Planner* e de PPC não é comumente utilizada pela indústria, sendo apenas referido o uso do PPC por 3 dos participantes no estudo e do *Last Planner* por apenas um desses participantes. No entanto, todos os participantes que referiram o uso destes métodos atribuíram-lhes grande importância e influência no sucesso do projeto, o que é comprovado pela média de notas 5 atribuída (note-se que apenas os participantes que usavam cada uma das técnicas atribuíam uma escala à sua importância). Este facto pode indicar que os donos de obra perceberam os benefícios que o uso correcto desta técnica pode acartar e influenciar o seu uso em mais projetos. O modo de conseguir aumentar a percentagem de PPC na prática é estabelecer um método de planeamento detalhado ao longo do projeto que reduza a variabilidade (Kim e Park, 2006) e o método de controlo de projeto que a LC propõe e que permite melhorar a fiabilidade do planeamento do projeto, tornando-o mais estável e menos variável é o *Last Planner* (Alarcon *et al.*, 2005).

O método do caminho crítico parece ser comum aos participantes no estudo, assim como algum tipo de entregas de material JIT. Já a antevisão semanal a três semanas ou a um mês aparenta

ser muito mais comum nos donos de obra privados, o que pode indicar uma preocupação acrescida com o controlo do projeto, ou a existência de obras mais complexas e que a isso obriguem.

Já a utilização de métodos estocásticos, parece ser mais comum no caso dos donos de obra públicos, método esse que foi mencionado pelos dois participantes que não referiram o uso do método do caminho crítico. No entanto, como a participação destes respondentes foi obtida com recurso à resposta do inquérito através de correio electrónico, é possível que a pergunta não tenha sido correctamente interpretada já que alguns profissionais confundem a utilização de métodos estocásticos com a apresentação do planeamento sob a forma de redes, com nós e setas.

Globalmente, a utilização de conceitos *Lean* de controlo e gestão do projeto durante a fase de construção não é ainda amplamente utilizada na indústria portuguesa e a grande maioria dos participantes revelou um total desconhecimento em relação às mesmas. No entanto, a grande importância atribuída a estes métodos pelos participantes que referiram o seu uso revela o seu potencial e considera-se que, se estes conceitos forem disseminados e a indústria motivada ao seu uso, a sua utilização generalizada poderá ser uma realidade num futuro próximo. Naturalmente que o dono de obra terá um papel preponderante neste processo se obrigar os empreiteiros candidatos a utilizarem estas técnicas, argumento que é reforçado pelo facto de uma das empresas participantes neste estudo já pedir especificamente a sua utilização nos seus cadernos de encargos.

Os participantes neste estudo responderam também a perguntas relacionadas com os motivos para atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra, e foi-lhes pedido que atribuíssem uma nota à frequência da ocorrência do atraso, ao impacto do atraso em termos de tempo, e ao impacto no custo do projeto. Os resultados obtidos encontram-se nos quadros seguintes (Quadro 21, 22, 23 e Figura 28).

Quadro 24 - Análise das causas de atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra, na óptica dos donos de obra privados

DO Privados	Frequência da ocorrência		Impacto no tempo		Impacto no custo		Índice de importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Motivo dos atrasos								
Acidentes de trabalho	32,5	19	40	19	37,5	19	4,88	19
Aprovação de desenhos	50	16	62,5	15	52,5	13	16,41	16
Atraso comunicação ordens alteração do DO	55	13	65	12	52,5	13	18,77	15
Atrasos na recepção de materiais	70	5	82,5	1	62,5	9	36,1	4
Burocracia	70	5	60	16	52,5	13	22,05	12
Condições no local imprevisíveis	72,5	2	80	2	77,5	2	44,95	1
Contradições nos documentos	60	12	60	16	71,43	5	25,71	10
Escassez de equipamentos	71,43	4	77,14	6	62,86	8	34,64	6

Quadro 25 (Continuação) - Análise das causas de atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra, na óptica dos donos de obra privados

DO Privados	Frequência da ocorrência		Impacto no tempo		Impacto no custo		Índice de importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Motivo dos atrasos								
Falta de equipas	80	1	74,29	7	45,71	18	27,17	9
Falta de informação e erros sobre tipos especificação de Materiais	55	13	67,5	10	60	10	22,28	11
Interacção entre os intervenientes	47,5	17	57,5	18	50	16	13,66	18
Meteorologia	62,5	9	67,5	10	67,5	6	28,48	8
Métodos const. desactualizados	26,67	21	35	21	35	20	3,27	20
Ordens alteração ao projeto	72,5	2	80	2	77,5	2	44,95	1
Pagamentos	30	20	37,14	20	25,71	21	2,87	21
Planeamento irrealista	52,5	15	70	8	60	10	22,05	13
Recepção de material que não corresponde às especificações do proj.	65	8	65	12	47,5	17	20,09	14
Retrabalho em obra originado por mudanças projeto	62,5	9	70	8	82,5	1	36,09	5
Retrabalho por erro trabalhadores	45	18	65	12	55	12	16,09	17
Sobrecarga de trabalho dos Projetistas	67,5	7	77,5	4	77,5	2	40,54	3
Transp. Aplic. Equipamentos	62,5	11	77,5	4	65	7	31,48	7

Na perspectiva dos donos de obra privados, os motivos mais condicionantes para atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra são as alterações ao projeto e condições do local imprevisíveis, ambos com um índice de importância de 44,95%. Curiosamente, ambos os motivos alcançam também a mesma posição no quadro relativamente à frequência com que ocorrem, assim como ao seu impacto no tempo e no custo do projeto, posicionando-se em segundo lugar. Segundo a análise que foi feita, neste grupo a terceira causa para atrasos mais condicionante é a sobrecarga de trabalho dos projetistas ao longo de todo o projeto, com um índice de 40,45%. No entanto, este motivo apenas alcança o sétimo lugar relativamente à frequência com que ocorre, sendo a sua posição final justificada pelo impacto no custo para o dono de obra (posição 2) e o seu impacto no tempo (posição 4) quando ocorre. Este facto é interessante já que, como observamos na Figura 23, os donos de obra admitem dar pouco tempo aos projetistas para a elaboração do projeto, o que se reflecte em erros e atrasos nas fases posteriores do projeto. O quarto motivo para atrasos mais condicionante para este grupo é a entrega de materiais, com um índice de 36,1%. Este motivo obtém o quinto lugar relativamente à frequência com que ocorre, o primeiro relativamente ao seu impacto no tempo e o

nono lugar relativamente ao impacto no custo imputado ao dono de obra. O quinto motivo mais condicionante nesta fase e para este grupo é o retrabalho devido a alterações ao projeto, com um índice de 36,09%. Este motivo atinge apenas o nono lugar relativamente à frequência com que ocorre e o oitavo no seu impacto no tempo, mas o seu índice final é claramente influenciado pelo primeiro lugar no que diz respeito ao seu impacto no custo do projeto.

Quadro 26 - Análise das causas de atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra, na óptica dos donos de obra públicos

DO Públicos	Frequência da ocorrência		Impacto no tempo		Impacto no custo		Índice de importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Motivo dos atrasos								
Acidentes de trabalho	30	20	42	16	36	13	4,54	18
Aprovação de desenhos	58	6	52	9	42	8	12,67	9
Atraso comunicação ordens alteração do DO	34	17	36	20	32	19	3,92	20
Atrasos na recepção materiais	54	9	54	8	38	11	11,08	11
Burocracia	54	9	58	6	52	4	16,29	5
Condições no local imprevisíveis	46	14	46	15	46,67	6	9,88	12
Contradições documentos	64	2	52	9	54	3	17,97	3
Escassez de equipamentos	40	15	56	7	36	13	8,06	14
Falta de equipas	56	8	60	3	42	8	14,11	6
Falta de informação e erros sobre tipos especificação de Materiais	52	13	48	13	38	11	9,49	13
Interacção entre os intervenientes	54	9	40	18	36	13	7,78	15
Meteorologia	58	6	62	1	46	7	16,54	4
Métodos const. desactualizados	30	20	36	20	21	21	3,46	21
Ordens alteração ao projeto	60	5	60	3	55,56	2	20	2
Pagamentos	54	9	52	9	48	5	13,48	8
Planeamento irrealista	64	2	62	1	34	16	13,49	7
Recepção de material que não corresponde às especificações do proj.	34	17	42	16	30	20	4,28	19
Retrabalho em obra originado por mudanças projeto	66	1	60	3	56	1	22,18	1
Retrabalho por erro trabalhadores	34	17	40	18	34	16	4,62	17
Sobrecarga de trabalho dos Projetistas	62	4	50	12	40	10	12,4	10
Transp. Aplic. Equipamentos	36	16	46,67	14	34	16	5,71	16

No grupo dos donos de obra públicos, o atraso mais condicionante é o retrabalho devido a alterações ao projeto, com um índice de 22,18%. Este motivo apresenta o primeiro lugar na frequência com que ocorre e no seu impacto no custo, e atinge o terceiro posto relativamente ao seu impacto no tempo. O segundo motivo mais condicionante são as ordens de alteração ao projeto, com um índice de 20%. Este motivo apresenta uma importância significativa no seu impacto no custo e no tempo do projeto (posição 2 e 3), assim como na frequência com que ocorre (posição 5). Na análise deste grupo, o terceiro motivo mais condicionante são as contradições entre documentos, com um índice de 17,97%. Este motivo é muito relevante na frequência com que ocorre (posição 2) e no seu impacto no custo (posição 3), tendo obtido a posição 9 relativamente ao seu impacto no tempo do projeto. Na perspectiva dos donos de obra públicos, a quarta causa de atraso mais condicionante é a metrologia, com um índice de 16,54%. Neste grupo, este motivo é considerado o mais condicionante em termos do seu impacto na duração do projeto (posição 1), atingindo a posição 6 na frequência da sua ocorrência e a posição 7 no impacto no custo imputado ao dono de obra. Neste grupo, o quinto motivo mais condicionante para atrasos ao projeto durante a fase de preparação e acompanhamento de obra está relacionado com aspectos burocráticos, com um índice de 16,29%. Este motivo não apresenta uma importância na frequência de ocorrência muito elevada (posição 9), mas atinge a posição 4 relativamente ao seu impacto no custo do projeto, e a posição 6 no seu impacto no tempo.

Quadro 27 - Análise das causas de atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra, na óptica dos projetistas

Projetistas	Frequência da ocorrência		Impacto no tempo		Impacto no custo		Índice de importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Motivo dos atrasos								
Acidentes de trabalho	25,71	21	77,14	2	62,86	10	12,47	20
Aprovação de desenhos	43,33	17	60	16	53,33	19	13,87	18
Atraso comunicação ordens alteração do DO	42,86	18	65,71	13	65,71	8	18,51	15
Atrasos na recepção de materiais	68	2	76	6	68	6	35,14	4
Burocracia	63,33	5	58,33	18	55	17	20,32	12
Condições no local imprevisíveis	62,5	7	67,5	11	62,5	12	26,37	8
Contradições nos documentos	63,08	6	61,54	15	67,69	7	26,28	9
Escassez de equipamentos	52	14	60	16	48	21	14,98	17
Falta de equipas	76,67	1	80	1	62,86	11	38,55	1
Falta de informação e erros sobre tipos especificação de Materiais	58,33	11	56,67	20	55	17	18,18	16
Interacção entre os intervenientes	50	15	65	14	61,67	14	20,04	13
Meteorologia	60	9	71,43	10	60	15	25,71	10
Métodos const. desactualizados	40	19	56,67	20	60	15	13,6	19

Quadro 28 (Continuação) - Análise das causas de atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra, na óptica dos projetistas

Projetistas	Frequência da ocorrência		Impacto no tempo		Impacto no custo		Índice de importância	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Motivo dos atrasos								
Ordens alteração ao projeto	54,29	12	74,29	8	77,14	1	31,11	6
Pagamentos	47,27	16	67,27	12	61,82	13	19,66	14
Planeamento irrealista	67,5	3	77,14	2	70	4	36,45	2
Recepção de material que não corresponde às especificações do proj.	53,33	13	76,67	5	73,33	3	29,99	7
Retrabalho em obra originado por mudanças projeto	61,67	8	75,38	7	76,92	2	35,76	3
Retrabalho por erro trabalhadores	37,14	20	57,14	19	51,43	20	10,92	21
Sobrecarga de trabalho dos Projetistas	65	4	72,5	9	70	4	32,99	5
Transp. Aplic. Equipamentos	60	9	77,14	2	65,71	8	20,42	11

Para o grupo dos projetistas, o motivo mais condicionante para o projeto nesta fase é a falta de mão-de-obra, com um índice de 38,55%. Este motivo atinge também a primeira posição relativamente à frequência com que ocorre e ao seu impacto na duração do projeto, e a posição 11 relativamente ao custo imputado ao dono de obra. O segundo motivo é o planeamento irrealista, com um índice de 36,45%. Este motivo atinge posições muito relevantes nos índices individuais, com a posição 3 no de ocorrência, a posição 2 no seu impacto no tempo, e a posição 4 no impacto no custo. O terceiro motivo considerado mais condicionante é o retrabalho devido a alterações ao projeto. Este motivo apresenta um impacto no custo muito elevado (posição 2), ocupando a posição 8 relativamente à sua ocorrência e a posição 7 relativamente ao impacto no tempo. Para este grupo, o quarto motivo mais condicionante são os atrasos na recepção de material, com um índice de 35,14%. Este motivo ocupa a segunda posição na frequência de ocorrência, e a posição 6 para o impacto no tempo e no custo. O quinto motivo mais condicionante para os atrasos no projeto é a sobrecarga de trabalho dos projetistas, com um índice de 32,99%. Neste grupo, este motivo ocupa a posição 4 na frequência com que ocorre, a posição 9 relativamente ao seu impacto no tempo, e a posição 9 relativamente ao impacto no custo.

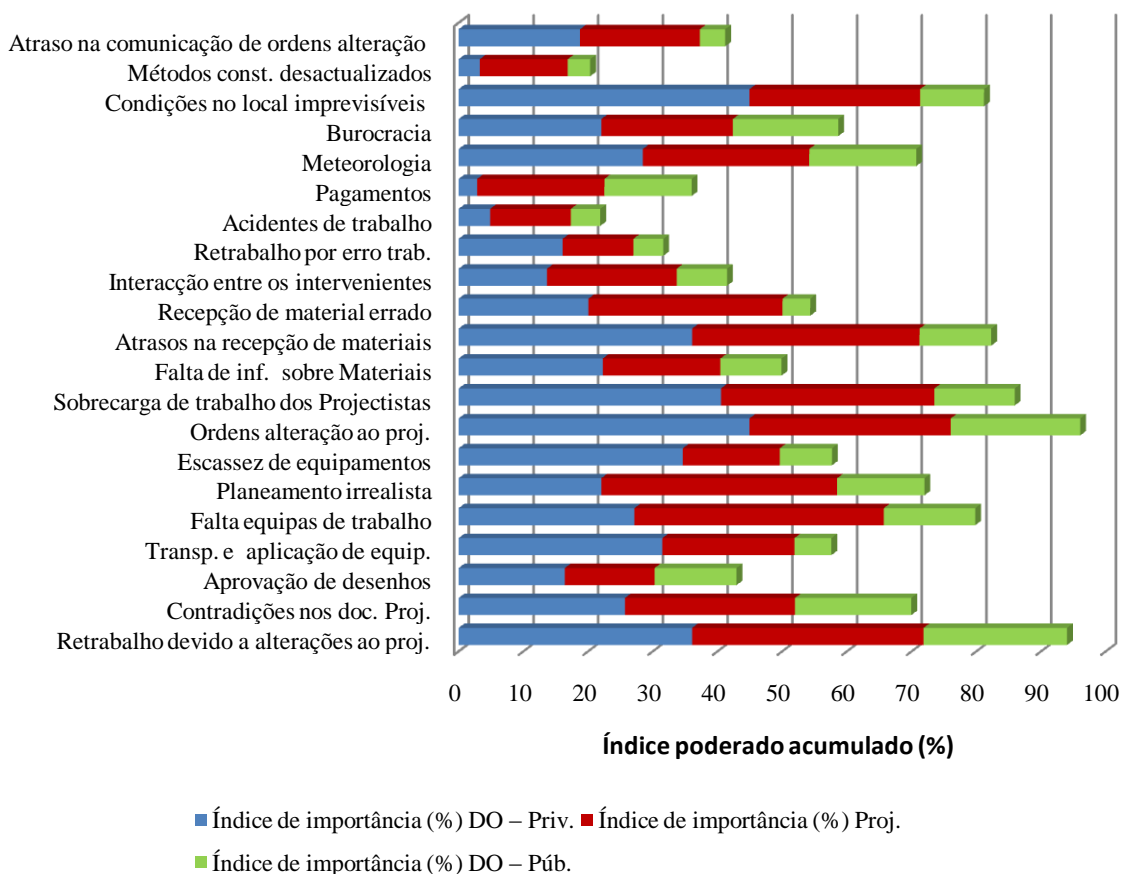


Figura 28 - Análise das causas de atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra

Um dos sintomas crónicos da falta de competitividade das empresas portuguesas são os sucessivos atrasos e derrapagens orçamentais que os projetos sofrem (Teixeira, 2005). Como se observa na Figura 28, segundo os participantes neste estudo as causas para atrasos mais condicionantes durante a fase de preparação e acompanhamento de obra na construção portuguesa são:

1. Ordens de alteração ao projeto;
2. Retrabalho em obra por mudanças projeto;
3. Sobrecarga de trabalho dos projetistas;
4. Atrasos na entrega de materiais;
5. Condições no local imprevisíveis.

De uma forma geral estes motivos para atrasos estão de acordo com a literatura e com os resultados explícitos no Quadro 4, com a excepção da sobrecarga de trabalho dos projetistas que é um motivo que não aparece referenciado em nenhum estudo consultado durante a elaboração deste trabalho.

De referir também que é notório as diferenças entre os índices obtidos entre grupos, em particular nos valores obtidos no grupo dos donos de obra públicos que são muito mais baixos que os obtidos nos restantes grupos. Estas diferenças podem ser devido a diferentes factores, como a especificidade e complexidade das obras em que os participantes deste grupo participaram ou

eventualmente a correcta percepção das escalas qualitativas usadas. Apesar de o inquérito ter sido testado e validado entre elementos do grupo alvo, porque a recolha de dados neste grupo foi efectuada por resposta ao inquérito via correio electrónico, a percepção e utilização das escalas propostas como escalas *likert* pode não ter sido correctamente interpretada e ter originado respostas mais conservadoras. Outro motivo que pode ter originado a obtenção de respostas mais conservadoras poderá ter sido o facto de, nalgumas situações, não ter sido possível enviar o inquérito directamente à pessoa mais indicada para responder às questões do mesmo. Isto originou algumas trocas de email entre profissionais pertencentes às entidades participantes até que se chegasse a pessoa mais indicada para dar as respostas o que, em última análise, poderá de certa forma ter comprometido a total confidencialidade das respostas e ter originado os valores mais conservadores que foram obtidos.

A *Lean Construction* propõe várias técnicas e ferramentas que podem minimizar os problemas mais condicionantes detectados. Concretamente no que diz respeito aos atrasos provocados por alterações ao projeto decretadas pelo donos de obra, a LC exige a correcta definição do projeto e do significado de valor por parte do dono de obra na fase de concepção do projeto (Picchi e Granja 2004) e, ao centrar-se nas necessidades do cliente, adopta uma abordagem focada no produto o que requer um diálogo proactivo entre o cliente e os vários profissionais (projetistas, gestor de projeto, etc.) e que deve ser entendido como um processo de aprendizagem, onde as várias partes chegam a um entendimento mútuo das suas necessidades e opções, através de uma serie de conversações. Gabriel (1997) também refere a necessidade de existir um representante do DO único que possa servir de autoridade máxima, i.e., com poder decisório imediato, e que possa controlar e aconselhar o DO nas suas opções. Também a utilização de ferramentas de modelação 3D e BIM podem minorar a ocorrência deste tipo de atrasos já que, permitem ao DO visualizar o projeto ainda numa fase de concepção e assim poder melhor adapta-lo ao que realmente pretende.

Relativamente a estes aspectos, os projetistas e o representante do DO podem ter um papel fundamental, ajudando o DO a avaliar as várias alternativas e a tomar a melhor opção disponível, e assim potenciar a criação de valor. O curto tempo disponível para a concepção do projeto, associada a uma má definição do programa preliminar por parte dos donos de obra e a uma gestão da fase de concepção do projeto ineficiente potencia também a ocorrência destes atrasos, e são desejáveis práticas que os minimize, principalmente porque são dependentes directamente das atitudes e opções dos donos de obra, o actor chave que controla todo o processo.

Relativamente à sobrecarga de trabalho dos projetistas, propõem-se um prazo menos exigente para a concepção do projeto e que permita uma maior valorização dos processos de engenharia necessários e inerentes aos projetos. A possibilidade de implementação de técnicas e ferramentas *Lean* como o *Design Integrado*, o *Target Costing*, o *Evidence Based Design* e o *software BIM* podem implicar a minimização destes atrasos, através de um estudo mais aprofundado e uma melhor definição do projeto, para além de terem impactos positivos na eliminação de desperdício em outras áreas sensíveis da empreitada e que originam um consumo elevado de recursos.

Do ponto de vista do dono de obra, os atrasos provocados pela entrega tardia de materiais é particularmente sensível no caso de estes serem responsáveis pela sua compra e entrega e, no caso de o atraso ocorrer, terem de compensar o empreiteiro pelo atraso. Este facto foi referido várias vezes pelos entrevistados e na entrega de materiais muitos específicos e sensíveis que, devido a um planeamento incorrecto ou a um acontecimento inesperado, originaram atrasos significativos nas empreitadas e com custos directos para os donos de obra. Um planeamento muito exigente é então necessário quando materiais “críticos” muito específicos e sensíveis são necessários à empreitada e da responsabilidade do dono de obra, assim como métodos que permitam partilhar o risco entre os DO e os fornecedores, já que todo o planeamento e a natural ordem de trabalhos em obra podem ser afectados por um atraso na sua entrega e assim gerar desperdícios consideráveis.

Em relação às características locais imprevisíveis, o Decreto-Lei nº18/2008 não prevê a obrigatoriedade dos estudos geológicos por exemplo, e nos casos em que estes de facto se realizam, por vezes as malhas não são suficientemente apertadas para contribuir para a previsão de potenciais problemas. No entanto, este não é o único factor que pode originar atrasos relacionado com acontecimentos imprevisíveis. Em certas construções, expansões ou reabilitações, é por vezes muito difícil saber o estado real dos materiais já existentes e muitas vezes é necessária a sua substituição e a realização de adaptações ao projeto. A utilização de contratos mais “relacionais” com o empreiteiro pode fomentar a colaboração entre parceiros que a LC propõe ao longo do projeto e pode ajudar a minimizar os desperdícios causados por este factor, bem como a manutenção de uma atitude justa, proactiva e de resolução de problemas entre os actores chave do processo.

O Quadro 24 é uma compilação dos 5 motivos mais condicionantes para cada grupo, e a sua relação com os restantes.

Quadro 29 - Resumo das causas mais condicionantes de atrasos na fase de preparação e acompanhamento de obra – Comparação entre grupos

Causas de atrasos mais condicionantes	Ranking final	DO Privados	DO Públicos	Projetistas
Ordens alteração ao projeto	1	1	2	6
Retrabalho em obra por mudanças no projeto	2	5	1	3
Sobrecarga de trabalho dos projetistas	3	3	10	5
Atrasos na recepção de materiais	4	4	11	4
Condições no local imprevisíveis	5	1	12	8
Falta de equipas de trabalho	6	9	6	1
Planeamento irrealista	7	13	7	2
Meteorologia	8	8	4	10
Contradições nos documentos	9	10	3	9
Burocracia	10	12	5	12

Os rankings apresentados derivam directamente da Figura 28 e Quadros 21, 22 e 23, e representam os índices ponderados acumulados relativos aos motivos para atrasos mais condicionantes.

É interessante observar que, quando comparamos os três grupos que participaram neste estudo, existem três motivos entre os cinco mais condicionantes de cada grupo que não figuram entre os cinco mais condicionantes se considerarmos o total dos grupos.

No caso particular dos donos de obra públicos, as contradições nos documentos do projeto são a terceira causa mais condicionante, um motivo que não parece ser tão relevante nos restantes grupos. Para minimizar estes efeitos, a utilização do *software* BIM ou outro que permita integrar a documentação de concepção do projeto é aconselhado, assim como um maior rigor nas revisões efectuadas aos projetos. Interessante também observar que a sobrecarga de trabalho dos projetistas, os atrasos na entrega de materiais e as condições no local imprevisíveis não aparecem entre os motivos mais condicionantes o que talvez possa ser explicado pela especificidade dos projetos construídos, tradicionalmente menos complexos que os realizados pelos donos de obra privados.

Já no caso dos projetistas, é interessante observar que consideram a falta de equipas e o planeamento irrealista como a primeira e segunda causas mais condicionantes, respectivamente. Isto pode indicar uma percepção errada do que realmente se passa em obra e ainda uma desresponsabilização por parte destes em relação aos motivos que originam os atrasos.

Apesar das diferenças óbvias entre grupos, as respostas apresentam alguma correlação entre si, facto que pode ser comprovado pelo coeficiente de correlação de *Spearman* como se observa no Quadro 25:

Quadro 30 - Coeficiente de correlação de *Spearman* para as respostas entre grupos

Relações entre grupos	Coeficiente de correlação de <i>Spearman</i>	<i>P-value</i>
DO Priv. – DO Púb.	0,472	0,05
DO Priv. – Projetistas	0,638	0,05
DO Púb. - Projetistas	0,586	0,05

O coeficiente de correlação de *Spearman* é um teste não paramétrico e têm a vantagem óbvia de não exigir a normalidade da amostra ou a pressuposto da homogeneidade da variância. Correlação é a medida de relação entre diferentes grupos ou factores e a força e direcção dessa relação. Neste estudo o método é usado para mostrar o grau de acordo entre os diferentes grupos para todas as respostas obtidas sobre atrasos na fase de preparação e acompanhamento de obra. O Coeficiente de correlação de *Spearman* é então utilizado para medir e comparar a associação entre os rankings dos vários índices ponderados de dois grupos para um único motivo de atrasos, em quanto ignora o terceiro grupo (Assaf e Al-Hejji, 2006).

Apesar de os índices ponderados finais (índices de importância) darem *rankings* para os atrasos bastante diferentes entre grupos, numa análise global é interessante observar que existem correlações positivas entre as respostas obtidas nos grupos. Isto significa que, apesar de atribuírem

pesos diferentes às perguntas colocadas o que se reflecte nos índices de importância finais, existe concordância entre as tendências das respostas obtidas nos grupos o que fica comprovado pelos dados observados no Quadro 25.

É interessante observar que a correlação mais fraca entre grupos é entre os donos de obra privados e os donos de obra públicos. Este facto pode derivar das diferenças de especificidade e complexidade dos projetos elaborados pelos dois grupos e parece comprovar que a percepção e expectativas variam com o tipo de Dono de Obra. Ainda de relevo o facto da correlação mais forte ser entre o grupo dos donos de obra privados e projetistas. Este aspecto pode ser resultado directo da experiência dos projetistas participantes e do tipo de obras em que participam. Outro motivo poderão ser as próprias funções desempenhadas pelos profissionais participantes no estudo que, no caso destes dois grupos, são mais próximas entre si.

Podemos comparar os rankings obtidos neste estudo com os revelados por o estudo elaborado por Matias (2010) se compararmos a **frequência de ocorrência** dos vários atrasos da perspectiva dos donos de obra e dos empreiteiros. Os resultados encontram-se no Quadro 26:

Quadro 31 - Comparação entre a perspectiva dos donos de obra e dos empreiteiros (Matias, 2010) relativamente à frequência da ocorrência dos principais motivos de atrasos

Fase da Empreitada	Perspectiva dos Donos de Obra	Perspectiva dos Empreiteiros – Matias (2010)	
	Freq. Ocorrência	Freq. Ocorrência	
	Preparação e acompanhamento da construção	Preparação da construção	Construção
Motivo dos Atrasos	Ranking	Ranking	Ranking
Falta de Equipas	1		7
Ordens de alteração ao projeto	2	1	
Sobrecarga de trabalho dos Projetistas	3		-
Retrabalho em obra originado por mudanças no projeto	4		1
Atrasos na recepção de materiais	5		4
Burocracia	6		14
Contradições nos documentos	7	3	-
Meteorologia	8		4
Condições no local imprevisíveis	9		3
Planeamento irrealista	10		4
Escassez de equipamentos	11		
Aprovação de desenhos	12		
Falta de informação e erros sobre tipos de especificação de materiais	13	4	
Interacção entre os intervenientes	14	2	2

A comparação entre os dois grupos apresenta algumas diferenças entre as perspectivas dos intervenientes. Para os donos de obra o motivo que mais recorrentemente provoca atrasos na empreitada é a falta de equipas de trabalho, enquanto que para os empreiteiros este motivo apenas aparece na posição 7. Isto pode indicar que o empreiteiro usa muitas vezes este argumento para

justificar atrasos na empreitada ao dono de obra ou reclamar o pagamento de mais dinheiro devido a trabalhos a mais ou a ocorrência de acontecimentos inesperados. Na perspectiva dos donos de obra, a incidência deste motivo poderia ser reduzida se o projeto sofresse menos alterações durante a fase de construção e se existissem mecanismos contratuais de partilha de risco entre donos de obra e empreiteiros que não permitissem o aproveitamento abusivo de determinadas situações por parte do empreiteiro.

Relativamente às ordens de alteração ao projeto e ao retrabalho em obra devido a alterações ao projeto, os dois grupos parecem estar de acordo, atribuindo-lhes grande importância como se observa pelo Quadro 26, o que parece confirmar que o dono de obra é o responsável directo por uma grande parte dos motivos que originam atrasos nas empreitadas, principalmente devido à má definição do projeto na fase de concepção e do que realmente pretende construir.

Os atrasos na recepção de materiais parecem ser relevantes para os dois grupos e da perspectiva dos donos de obra interessa particularmente limitar a ocorrência destes atrasos quando são da sua responsabilidade e como foi referido anteriormente.

É interessante observar que por comparação, da perspectiva dos donos de obra a burocracia parece dar mais frequentemente origem a atrasos, o que pode ser justificado pela burocracia interna da cadeia de decisão dos donos de obra durante as empreitadas onde muitas vezes os responsáveis do projeto têm de consultar os seus superiores para tomarem algumas decisões. Já os empreiteiros não lhe atribuem muita importância o que pode significar que os aspectos burocráticos associados à realização da empreitada e que regulam a sua relação com os donos de obra durante a construção não é considerado como um aspecto muito relevante para a ocorrência de atrasos.

Na análise comparativa dos dois grupos, as condições no local imprevisíveis aparentam dar mais frequentemente origem a atrasos na perspectiva dos empreiteiros, o que pode justificar a utilização de mecanismos contratuais de partilha do risco por parte dos donos de obra que limitem as derrapagens orçamentais provocadas por este motivo. No entanto, uma análise mais detalhada do Quadro 21 indica que, para os donos de obra privados este é um motivo que ocorre muito mais frequentemente que no caso dos donos de obra públicos (Quadro 22) o que parece indicar que a utilização destes mecanismos contratuais de partilha de risco pode ser muito mais importante no caso dos donos de obra privados.

Outro aspecto com relevo é o *ranking* atribuído à relação entre os intervenientes. Para os empreiteiros este é o segundo motivo no *ranking* da frequência para atrasos durante a preparação da construção e na construção, ao passo que para os donos de obra este motivo não aparece entre os mais condicionantes. Isto pode indicar que as dificuldades de relação sentidas pelos empreiteiros se devem em grande parte aos subempreiteiros e fornecedores intervenientes na empreitada, e que é difícil a sua correcta coordenação. Da perspectiva do dono de obra este aspecto poderia ser minorado se fosse possível a integração de um maior número de intervenientes chave durante a fase de concepção do projeto.

Foi também perguntado aos donos de obra que participaram neste estudo, quantos pedidos de informação são feitos durante a fase de execução de obra e para as classes de projeto apresentadas. Os resultados encontram-se na Figura 29 (Nota: 1 M€ = 1 Milhão de euros):

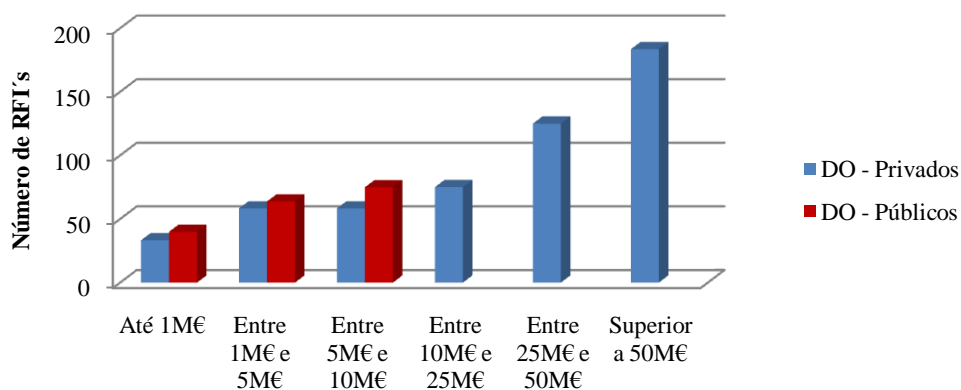


Figura 29 - Número médio de pedidos de esclarecimento durante a fase de preparação e acompanhamento de obra

Os resultados obtidos neste estudo parecem indicar que existe um crescimento aproximadamente linear entre o número de pedidos de esclarecimento efectuados durante a fase de construção e o valor global da empreitada. No entanto, e como foi referido várias vezes pelos entrevistados, o número de pedidos de esclarecimento está mais relacionado com a especificidade do projeto do que com o custo total da empreitada.

Foi também perguntado aos participantes neste estudo quanto tempo em média é necessário para responder a um pedido de esclarecimento durante a fase de preparação e acompanhamento de obra – Figura 30. Esta pergunta inclui situações formais e informais em que seja necessária a intervenção do DO (ou do seu representante) para desbloquear uma situação em obra. Inclui, mas não se limita a: telefonemas, video-chamadas, faxes e respostas formais a pedidos de esclarecimento.

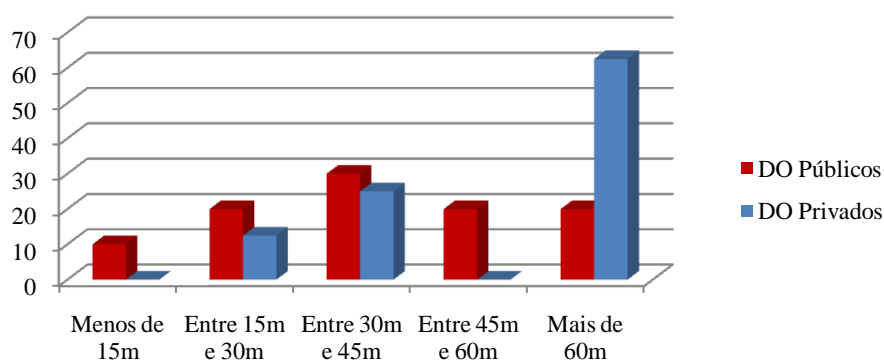


Figura 30 - Tempo médio (em minutos) para responder a um pedido de esclarecimento durante a fase de preparação e acompanhamento de obra

Segundo os resultados obtidos, para os DO públicos a grande maioria das respostas a RFI's durante a fase de construção são efectuadas em menos de 60 minutos. No entanto, grande percentagem das respostas obtidas dos DO privados indicam mais de 60 minutos para dar resposta aos RFI's o que parecem indicar uma realidade distinta da vivida pelos DO públicos. Este facto pode estar relacionado com o tipo de pedidos de esclarecimento efectuados, a um maior rigor na avaliação e resposta aos pedidos de informação por parte dos DO privados devido à complexidade dos projetos em que participam e também à burocracia inerente ao processo. Foi referido várias vezes durante as entrevistas aos DO privados que a resposta à maioria dos RFI's teria que passar necessariamente pela aprovação dos projetistas o que obviamente faz aumentar significativamente o tempo de resposta e pode justificar os dados obtidos.

O resumo das soluções *Lean* propostas para os principais problemas detetados nas fases do projeto estudadas e de acordo com a sua área conceptual, encontra-se no Quadro 27:

Quadro 32 - Resumo das soluções Lean propostas para os principais problemas detectados

Área conceptual <i>Lean</i>	Principais problemas e origens de desperdícios detectados	Principais problemas associados	Ferramentas e soluções <i>Lean</i>	Comentários
Concepção do projeto (<i>Design</i>)	Falta de rigor na especificação dos pré-requisitos do projeto e do significado de valor (Figura 20);	Os projetistas têm de conceber o projeto sem saber exatamente as expectativas do DO; Pode originar retrabalho na fase de concepção do projeto e a trabalhos complementares durante a fase de construção;	Definição precisa do significado de valor; <i>Set Based Design</i> ; <i>Evidence Based Design</i> ;	Os projetistas nem sempre concordam com a opinião dos DO. Isto pode revelar falta de informação de entrada (<i>input</i>) na concepção do projeto sem que o DO se aperceba disso;
	Inexistência de projetos de manutenção (Figura 20);	Não são considerados aspectos sociais relacionados com a exploração da infra-estrutura; Aumento dos custos operacionais da infra-estrutura;	<i>Design</i> de manutenção;	Parece ser mais comum a existência deste tipo de projeto no caso dos DO Priv., possivelmente devido à especificidade das suas obras.
	O DO normalmente não especifica quanto está disposto a gastar (Figura 20);	Compromete a busca de uma solução economicamente ótima para o projeto;	<i>Target Costing</i> ;	Parece ser mais condicionante no caso dos DO Priv.;

Quadro 33 (Continuação) - Resumo das soluções Lean propostas para os principais problemas detectados

Área conceptual Lean	Principais problemas e origens de desperdícios detectados	Principais problemas associados	Ferramentas e soluções Lean	Comentários
Concepção do projeto (Design)	Atrasos provocados por (Figura 24): Interacção entre os intervenientes; Alteração e aprovação de materiais;	Atrasos na concepção do projeto;	Uso de contratos “relacionais” – Parcerias com os Gab. Projeto que permitam aumentar os ciclos de aprendizagem entre os intervenientes; Nomeação de um representante único do DO que tenha poder decisório (ver secção 2.2.1.1);	
Instalação	Atrasos provocados por (Figura 28): Ordens de alteração ao projeto; Retrabalho em obra provocado por alterações ao projeto;	Atrasos e sobrecusto do projeto;	Definição precisa do significado de valor; Nomeação de um representante único do DO que tenha poder decisório e que o ajude a avaliar correctamente as suas opções (Ver secção 2.2.1.1); Uso de software 3D e BIM;	
	Sobrecarga de trabalho dos projetistas Atrasos provocados por (Figura 28):	Qualidade geral do projeto; Atrasos durante a construção;	Prazos de concepção do projeto menos exigentes que permitam aplicar as ferramentas de concepção Lean descritas em 2.2.3.1.;	
	Atrasos na entrega de materiais Atrasos provocados por (Figura 28):	Atrasos e sobrecusto durante a construção;	Evolução para contratos “relacionais” com os fornecedores que utilizem mecanismos de partilha de risco;	Particularmente sensível para o DO se este for o responsável pela entrega de materiais críticos à normal prossecução das actividades do projeto
	Condições no local imprevisíveis (Figura 28):	Atrasos e sobrecusto durante a construção; Litígio;	Evolução para contratos “relacionais” com o empreiteiro que utilizem mecanismos de partilha de risco, e que fomentem a colaboração e a manutenção de uma atitude justa entre os participantes;	
Planeamento/ controlo	Desconhecimento o quase total do LPS e das métricas PPC (Quadro 20);	Fracos índices de PPC e desperdícios associados à não conclusão de actividades quando previsto;	Uso do LPS e de métricas de PPC;	Os participantes neste estudo que utilizam o LPS e métricas PPC atribuem-lhes a máxima importância para o sucesso do projeto;

Quadro 34 (Continuação) - Resumo das soluções Lean propostas para os principais problemas detectados

Gestão	Utilização de diferentes Gabinetes de Projeto para diferentes empreitadas (Quadro 12);	Diminuição dos ciclos de aprendizagem, inovação e dos índices de confiança e cooperação entre os intervenientes no processo;	Uso de contratos “relacionais” – Parcerias com os Gabinetes de Projeto;	No caso dos DO Púb. o uso de contratos “relacionais” está muito limitado devido às regras impostas pelo código de contratação pública
	Prazos de concepção do projeto curtos (Figura 23);	Pode resultar na reutilização de trabalho por parte dos projetistas; Pode resultar em tarefas omissas na concepção do projeto; Limita as iterações necessárias à optimização do projeto;	Alargamento dos prazos de concepção de forma a permitir a aplicação do <i>Set Based Design</i> e do <i>Targett Design</i> ; Evolução para contratos “relacionais” – integração do empreiteiro na fase de concepção do projeto;	Parece ser mais condicionante no caso dos DO Priv.;
	Adjudicação à proposta mais baixa (Figura 27);	Regularmente conduz a atrasos e sobrecusto do projeto; Avidez do empreiteiro pela existência de trabalhos a mais; Falta de cooperação entre os participantes – litígio;	Avaliação das propostas candidatas e da capacidade técnica dos empreiteiros com base em critérios que não sobrevalorizem o preço (critérios “ <i>soft</i> ”) – (ver secção 2.2.6.);	Parece ser principalmente condicionante quando a avaliação das propostas não é ponderada com base em critérios “ <i>soft</i> ”;
Contratação	Atrasos relacionados com o número de RFI’s durante a fase de concurso (Figura 24);	Rejeição de alguns erros e omissões reclamados pelo empreiteiro por falta de tempo e sobrecarga dos projetistas para a avaliação de todos os RFI’s recebidos;	Integração do empreiteiro na fase de concepção do projeto;	O número de RFI’s recebido tornou-se mais condicionante depois da alteração à legislação de 2008;
		Sobrecusto com os projetistas;	Uso de <i>softwares</i> BIM; Equipas multidisciplinares – maior número de intervenientes chave na fase de concepção;	A maioria dos RFI’s estão relacionados com a qualidade e detalhes do projeto apresentado;
Informação	Número de RFI’s durante a fase de concurso e fase de construção (Figura 25 e 29);	Sobrecusto com os projetistas;	Integração do empreiteiro na fase de concepção do projeto;	
		Atrasos na construção;	Uso de <i>softwares</i> BIM; Equipas multidisciplinares - maior número de intervenientes chave na fase de concepção; Nomeação de um representante único do DO que tenha poder decisório – diminuição da cadeia de decisão (Ver secção 2.2.1.1);	

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Fase de projeto e preparação de concurso

Nesta fase, foram identificados desperdícios associados à má especificação do programa preliminar do projeto por parte do dono de obra, o que obriga muitas vezes os projetistas a prosseguirem os trabalhos de concepção sem todos os dados de entrada necessários. Este facto pode priginar retrabalho durante a fase de concepção e a trabalhos complementares durante a fase de construção. A aplicação de metodologias *Lean* exige a correcta definição do programa preliminar por parte dos donos de obra e da sua visão de valor, aspecto que parece estar a ser algo negligenciado e que compromete a criação de valor que a *Lean* propõe, originando problemas nas fases posteriores do projeto.

O estudo revelou também que os donos de obra, em particular os privados, pensam impor um prazo para a concepção do projeto demasiado curto, o que pode levar à tomada de “atalhos” por parte dos projetistas, na tentativa de cumprir os prazos e à diminuição da qualidade dos projetos. A aplicação de metodologias *Lean* na fase de concepção do projeto, e em particular quando se opta por um modelo de contracto tradicional de contratação competitiva, exige que esta fase seja mais extensa, de forma a serem potenciadas as técnicas de engenharia e de chegar a uma solução óptima para os problemas específicos de cada empreitada. Técnicas *Lean* como o *Design* de Manutenção, o *Set Based Design*, o *Target Costing*, o *Evidence Based Design* e mesmo a utilização de ferramentas BIM apresentam um grande potencial de implementação como forma de optimizarem o resultado final e a criação de valor na perspectiva do DO, mas exigem um maior investimento em termos de tempo e recursos na fase de concepção do projeto, e também a um acompanhamento mais próximo por parte dos donos de obra.

Relativamente aos atrasos nesta fase, o estudo indica que a relação entre projetistas e donos de obra parece ser o aspecto mais condicionante, o que dificulta o normal avanço dos trabalhos de concepção do projeto devido à falta de informação de entrada (*input*), o que é reforçado pela má especificação do programa preliminar do projeto por parte do dono de obra. Na perspectiva da *Lean*, a incidência deste motivo poderia ser minimizada se fosse adoptada uma relação mais colaborativa e próxima entre os intervenientes. Isto poderia ser alcançado com a utilização de contratos mais “relacionais” e com a utilização recorrente dos mesmos Gabinetes de Projeto para as várias empreitadas dos donos de obra como forma a minimizar uma das particularidades da construção, o facto da organização formada pelos intervenientes chave do projeto ser praticamente única de projeto para projeto.

5.2. Fase de concurso

Na fase de concurso foram discutidos os motivos de atrasos mais condicionantes até esta fase, revelando a morosidade na resposta aos pedidos de informação e clarificação dos projetos como o motivo para atrasos mais condicionante. A integração e cooperação que a LC propõe, bem como a utilização de ferramentas e metodologias que permitam integrar a concepção do projeto e as várias especialidades como é o exemplo da ferramenta BIM parecem ser necessários à indústria como forma de minimizar estes desperdícios.

Também a resposta aos pedidos de esclarecimento durante a fase de concurso parece consumir uma quantidade relevante de recursos, particularmente com a conjectura económica e legal actual, e metodologias que permitam minimizar a utilização destes recursos são necessárias. A utilização da ferramenta BIM pode ser uma boa solução, particularmente para minimizar os pedidos de esclarecimento relacionados com as quantidades presentes no articulado (o motivo com mais pedidos de esclarecimento) já que permite o cálculo exacto e instantâneo de muitas dessas quantidades. O segundo motivo que aparenta provocar maior incidência de pedidos de esclarecimento, a existência de trabalhos não incluídos no projeto, poderia ser minimizada com uma maior tempo disponível para a concepção do projeto que permitisse um maior rigor na elaboração do mesmo, e pela integração do empreiteiro durante a fase de concepção do projeto.

Segundo a opinião dos participantes no estudo, também a prática tradicional de adjudicação das empreitadas aos empreiteiros que apresentam a proposta mais baixa parece ser geradora de desperdícios. Uma avaliação mais rigorosa das propostas e empreiteiros candidatos e a utilização de critérios de adjudicação de empreitadas que dessem menos importância ao preço proposto parecem ser necessárias à indústria.

5.3. Fase de preparação e acompanhamento de obra

Durante a fase de preparação e acompanhamento de obra verificou-se que a indústria ainda se apoia muito nos métodos de controlo de projeto mais tradicionais, e que conceitos *Lean* como o *Last Planner* e o *Plan Percent Complete* estão muito pouco difundidos entre a indústria. No entanto, todos os participantes que referiram a sua utilização atribuíram-lhes grande importância no sucesso do projeto o que parece confirmar as potencialidades dos métodos. A utilização da metodologia *Last Planner* já se encontra bastante difundida em vários países a nível mundial e é argumentado que é um meio eficiente para se conseguir aumentar a fiabilidade do planeamento e aumentar a taxa de colocação em obra. Apesar de a indústria portuguesa estar ainda a dar os primeiros passos nesta matéria, alguns factos referidos ao longo deste trabalho, assim como a atitude demonstrada por um dos donos de obra participante no estudo, pode indicar que esta é uma área em crescimento e que a

indústria, e em particular os donos de obra, estão cientes da sua importância para a adopção destas metodologias e que, de um modo geral, existem indícios de que a indústria está atenta a possíveis métodos que possam otimizar os resultados dos seus projetos.

Relativamente aos atrasos durante a fase de preparação e acompanhamento de obra, neste estudo os mais condicionantes são:

- Ordens de alteração ao projeto;
- Retrabalho por mudanças projeto;
- Sobrecarga de trabalho dos projetistas;
- Atrasos materiais;
- Condições no local imprevisíveis.

Alguns destes motivos têm origem nas fases anteriores do projeto e influência directa do dono de obra e, de forma a minimizar estes efeitos, a LC propõe uma melhor definição do projeto por parte do donos de obra e a utilização de várias técnicas *Lean* na fase de concepção do projeto. As técnicas *Lean* propostas são a integração de todos os intervenientes principais na fase de concepção do projeto e a utilização do *Target Costing*, do *Evidence Based Design* e de ferramentas que permitam integrar toda a informação de concepção do projeto e produzir modelos 3D, como é o caso do BIM. Estas ferramentas 3D têm ainda a vantagem de permitir ao dono de obra ter uma melhor percepção do projeto que está a ser desenvolvido e que o permitam alterar e adaptar o mesmo ao que realmente se pretende ainda numa fase de concepção.

É também aconselhável a existência de algum tipo de contrato mais “relacional” e de mecanismos contratuais de partilha de risco com os fornecedores de materiais críticos, particularmente em situações em que a compra e entrega desses materiais seja da directa responsabilidade do DO, e a existência de uma atitude de negociação justa com o empreiteiro que permita ultrapassar situações imprevisíveis ao projeto e prevenir a ocorrência de onerosas disputas.

O estudo demonstra ainda as diferenças significativas na percepção das causas mais condicionantes de atrasos entre os grupos participantes. Estas diferenças podem ser explicadas pela especificidade dos projetos elaborados, se compararmos os dois grupos de donos de obra, e talvez por um desconhecimento do que efectivamente se passa no terreno e uma certa desresponsabilização, se compararmos os grupos dos donos de obra com o grupo dos projetistas.

A comparação entre a opinião dos donos de obra e a opinião dos empreiteiros revelada pelo estudo elaborado por Matias (2010) relativamente à frequência com que os atrasos ocorrem também parece indicar conclusões interessantes. A primeira é que ambos estão de acordo quanto à importância que as alterações ao projeto e o retrabalho em obra provocado por alterações ao projeto têm na ocorrência de atrasos, um motivo com clara e directa influência do dono de obra.

Outro aspecto interessante é que, para os donos de obra, o que mais recorrentemente dá origem a atrasos durante a construção é a falta de equipas de trabalho, ao passo que para os

empreiteiros esse aspecto não parece ser muito relevante. Isto pode indicar que o empreiteiro usa muitas vezes este argumento para justificar atrasos na empreitada ao dono de obra ou reclamar o pagamento de mais dinheiro devido a trabalhos a mais ou à ocorrência de acontecimentos inesperados, e o impacto deste motivo poderia ser minimizado se existissem menos alterações ao projeto e mecanismos contratuais de partilha de risco entre os intervenientes que não potenciassem o aproveitamento abusivo de determinadas situações por parte do empreiteiro.

É ainda interessante que, durante a fase de preparação de obra e construção, a relação entre intervenientes seja um aspecto crítico para os empreiteiros e não muito significativo para os donos de obra, o que pode indicar que esta dificuldade é sentida na relação e coordenação com os subempreiteiros e fornecedores, e pode indicar a necessidade de integrar um maior número de intervenientes chave nas fases anteriores do projeto ou logo que possível.

5.4 Recomendações para pesquisa futura

Como Recomendações para pesquisa futura, importa aferir de que forma as metodologias *Lean* podem otimizar o projeto na perspectiva dos gabinetes, com particular interesse na aplicação do LPS como método para melhorar o projeto.

Interessante será também alargar o estudo aos subempreiteiros e aos fornecedores, em particular aqueles que fornecem elementos pré-fabricados ou outros que produzam um grande valor acrescentado ao projeto já que este é um passo considerado essencial para transformar a construção num processo mais industrial.

Também poderia ser benéfico efectuar o estudo a um grupo de donos de obra selecionado, com critérios diferentes dos utilizados, e que permitisse a sua divisão de acordo com a sua área de negócio preferencial, de modo a ser possível observar tendências de resposta entre grupos e fosse possível uma melhor caracterização do sector.

Interessante também será o estudo da relação entre o tipo de contrato escolhido e os resultados alcançados no projeto. As formas de contratos mais “relacionais” têm vindo a ganhar aceitação pela indústria e, apesar de ser argumentado que são um passo importante para a implementação de metodologia *Lean*, poucos estudos se conhecem que estudem essa relação e a relação entre os moldes contratuais escolhidos pelo dono de obra e o sucesso global do projeto.

Com particular interesse será ainda o estudo das sinergias entre *Lean Construction* e o BIM, já que este último tem o potencial de reduzir a incidência de parte dos problemas detectados pelos participantes no estudo, nomeadamente no aumento de qualidade e clareza do projeto, que é considerado o “calcanhar de Aquiles” da construção portuguesa.

BIBLIOGRAFIA

- ALARCON, Luis *et al.* - *Assessing the Impacts of Implementing Lean Construction* in Proceedings of 13th IGLC, Sydney, págs. 387-393. 2005.
- ALARCÓN, Luis *et al.* - *Learning from Collaborative Benchmarking in the Construction Industry* in Proceedings of 9th IGLC, Singapore, págs. 404-414. 2001.
- AL-MOMANI, Ayman - *Construction Delay: A Quantitative Analysis*. International Journal Project Management, Volume 18, págs. 51-59. Pergamon, 2000.
- Albaum, Gerald – *The Likert Scale revisited: An alternative Version*. Journal of the Market Tesearch Society. Volume 39, 2, págs. 332-348. (1997)
- ANDERSEN, Bjorn *et al.* - *Approaching Construction as a Logistical Economical and Social Process* in the Proceedings of 16th IGLC, Inglaterra, págs. 27-38. 2008.
- ARBÓS, Lluís - *Design of Rapid Response and High Efficiency Service by Lean Production Principles: Methodology and Evaluation of Variability of Performance*. International Journal of Production Economics, Volume 80, nº2, págs. 169-183. Elsevier, 2002.
- ARDITI, David - *Constructability Analysis in a Design Firm*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 128, nº 2, págs. 117-126. 2002.
- ASMAR, Mounir *et al.* - *Quantitative Methods for Design-Build Team Selection*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 136, nº 8, págs. 904-912. 2010.
- ASSAF, S.; AL-HEJJI, S. - *Causes of Delay in Large Construction Projects*. International Journal Project Management, Volume 24, nº 4, págs. 349-357. 2006.
- Associated General Contractors of America. - *Partnering: A Concept for Success*, Washington, DC. 1991.
- BAE, J.; KIM, Y. - *Sustainable Value on Construction Project and Application of Lean Construction*. Journal of Green Building, Volume: 3, nº 1, págs.156-167. 2008.
- BALLARD, Glenn - *Positive vs. Negative Iteration in Design* in Proceedings of the 8th IGLC, University Of Sussex, Inglaterra, págs. 17-19. 2000.
- BALLARD, Glenn - *The Lean Project Delivery System: An Update*. Lean Construction Journal, págs.1-19. 2008.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. - *Implementing Lean Construction: Stabilizing Workflow* in Proceedings of the 2nd IGLC, Chile, págs.1-10. 1994.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. - *Relational Contracting and Lean Construction*. Lean Construction Journal, Volume 2, nº1, págs 46-61, 2005.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. - *Implementing Lean Construction, Stabilizing Work Flow* in Proceedings of the 2nd IGLC, págs 101-110. 1994.

- BALLARD, G.; HOWELL, G. - *What Kind Of Production Is Construction?* in Proceedings of the 6th IGLC, Brasil, pág. 13. 1998.
- BALLARD, G.; KOSKELA, L. *On The Agenda of Design Management Research* in Proceedings of the 6th IGLC, Brasil, págs. 13-15, 1998.
- BALLARD, G., *et al.* - *Production System Design: Work Structuring Revisited*. Lean Construction Institute White Paper, Volume 11, págs. 1-14. 2001.
- BALLARD, G. *et al.* - *Discussion of "Improving Labor Flow Reliability for Better Productivity as Lean Construction Principle"*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 129, nº3, págs. 251-261. 2005.
- Banco de Portugal. *Relatório anual do conselho de administração*. (2007). <http://www.bportugal.pt> (10-07-2010)
- BASHIR A., *et al.* - *Barriers towards the Suitable Implementation of Lean Construction in UK Construction Organizations* in Association of Researchers in Construction Management Doctoral Workshop - Sustainability Strategies in Construction, University Of Wolverhampton, Inglaterra. 2010.
- BERTELSEN, S.; KOSKELA, L. - *Managing the Three Aspects of Production in Construction* in Proceedings of the 10th IGLC, Brasil. 2002.
- BERTELSEN, S. - *Lean Construction in Denmark - A Brief Overview* in 1st Conference of Cib TG 29 On Construction. 2002.
- BERTELSEN, S. e KOSKELA, L. - *Managing the Three Aspects of Production in Construction* in Proceedings of the 10th IGLC, Brasil. 2002.
- BERTELSEN, S. - *Lean Construction: Where Are We and How to Proceed?* Lean Construction Journal, Volume 1, nº1, págs. 46-69. 2004
- BERTELSEN, S.; KOSKELA, L. - *Construction beyond Lean: A New Understanding of Construction Management* in Proceedings of the 12th IGLC, Dinamarca. 2004.
- BOSSINK, B. *et al.* - *Construction Waste: Quantification and Source Evaluation*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 122, nº1, págs. 55-60. 1996.
- BRESNEN, M.; MARSHALL N. - *The Engineering or Evolution of Co-Operation. A Tale of Two Partnering Projects*. International Journal of Project Management, Volume 20, págs. 497-505. Pergamon, 2002.
- BUBSHAIT, Abdulaziz - *Design Fee versus Design Deficiency*. Journal of Architectural Engineering, Volume. 4, nº. 2, págs. 44-46. 1998.
- BURATI, James *et al.* - *Causes of Quality Deviations in Design and Construction*. Journal of Construction Engineering and Management, págs.34-49. 1992.
- CALDWELL, Nigel *et al.* - *Procuring Complex Performance in Construction*. Journal of Purchasing and Supply Management, págs. 178-186. Lesevier, 2009.

- CHEUNG, S.; YIU, T. - *Are Construction Disputes Inevitable?* Journal of Transactions on Engineering Management, Volume 53, nº3, págs. 456-470. 2006.
- CII RESEARCH REPORT 234-11 , 2007
<https://www.constructioninstitute.org/news/news0710.cfm?Section=Aboutcii> (19-06-2010)
- COFFEY, Michael – *Developing and Maintaining Employee Commitment and Involvement in Lean Construction* in the 8th International Workshop on Lean Construction, University Of Sussex. 2000.
- COLLEDGE, Barbara - *Relational Contracting – Creating Value beyond the Project*. Lean Construction Journal, Volume 2, págs. 30-45. 2005.
- CONTE, A. e GRANSBERG, D. - *Lean Construction: From Theory to Practice. A Managerial Approach* in Proceedings of the 10^o IGLC, Brasil, 2001.
- COUTO, J.P.; TEIXEIRA, J. - *A Qualidade Dos Projetos: Uma Componente Para A Competitividade Do Sector Da Construção Em Portugal*, Nutau, 2006.
- CULLEN P, *et al.* - *The Application of Lean Principles to In-Service Support: A Comparison between Construction and the Aerospace and Defense Sectors*. Lean Construction Journal, Volume 2, págs. 87-104. 2005.
- DARRINGTON, J.W.; LICHTIG, W.A. - *Rethinking The "G" In Gmp: Why Estimated Maximum Price Contracts Make Sense On Collaborative Projects*. Canadian Journal of Civil Engineering. 2010.
- DECRETO-LEI n.º 18/2008. D.R. n.º 20, Série I de (2008-01-29) págs. 753-852.
- DOUDOU L.; LIANG Q. - *Study On Partnering Application In Construction Project Management* in International Conference Management and Service Science. 2009.
- ERIKSSON, P.; WESTERBERG, M - *Effects of Cooperative Procurement Procedures on Construction*. International Journal Project Management. Elsevier. 2010.
- FENG, P. *et al.* - *Modeling the Effect of Rework Timing - Case Study of a Mechanical Contractor* in Proceedings of the 16th IGLC. Inglaterra, 2008.
- FREIRE, J.; ALARCON, L. - *Achieving Lean Design Process - Improvement Methodology*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 128, nº3, págs. 248-256. 2002.
- GABRIEL, Eric - *Lean Approach of Project Management*. International Journal of Project Management, Volume 15, nº4, págs. 205-209. Pergamon, 1997.
- GADDE, L.; DUBOIS, A. - *Partnering In the Construction Industry: Problems and Opportunities*. Journal of Purchasing and Supply Management. Elsevier, 2010.
- GARAS, Gihan *et al.* - *Materials Waste in the Egyptian. Construction Industry* in Proceedings of the 9th IGLC, Singapore. 2001.
- GARNETT, Naomi. *et al.* - *Strategic Application of Lean Thinking* in Proceedings of the 6th IGLC, Brasil. 1998.
- GLAGOLA, C. e SHEEDY, W. - *Partnering On Defense Contracts*. Journal of Construction Engineering and Management, 2002.

- GONZALES, Vicente *et al.* - *Investigating the Relationship between Planning Reliability and Project Performance* in the Proceedings of the 15th IGLC, EUA. 2007.
- HAMMAD, Ayman *et al.* - *Statistical Analysis on the Cost and Duration of Public Building Projects*. Journal of Management in Engineering, Volume 26, n° 2, págs. 105-112. 2010.
- HICKS, Ban - *Lean Information management: Understanding and Eliminating waste*. International Journal of Information Management, Volume 27, n° 4, págs. 233-249. Elsevier, 2007.
- WILLIS, T.; WILLIS, W. - *A Quality Performance Management System for Industrial Construction Engineering Projects*. International Journal of Quality and Reliability Management, Volume 13, n°9, págs. 38-48. BCM University Press, 1996.
- HOLWEG, Matthias - *The Genealogy of Lean Production*. Journal of Operations Management Volume 25, n°2, págs. 420-437. Elsevier, 2007.
- HOWARD, G.; BALLARD, G. - *Implementing Lean Construction: Understanding and Action* in the Proceedings of the 6th IGLC. Brasil. 1998.
- HOWELL, Gregory - *What Is Lean Construction?* in the Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, EUA, págs. 1-10. 1999.
- HWANG, Bon-Gang *et al.* - *Measuring the Impact of Rework on Construction Cost Performance*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 135, n°3, págs. 187-198. 2009.
- Instituto Nacional de Estatística. *Anuário Estatístico de Portugal*. (2008). <http://www.tcontas.pt/> (06-06-2010)
- JANG, J.; KIM, Y. - *The Relationship between the Make Ready Process and Project Schedule Performance* in the Proceedings for the 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 2008.
- JOHANSEN, E.; WALTER, L. - *Lean Construction - Prospects for the German Construction Industry*. Lean Construction Journal, Volume 3, págs. 19-32. 2007.
- JOSEPHSON, P.; HAMMARLUND, Y. - *The Causes and Costs of Defects in Construction*. Automation In Construction, Volume 8, Issue 6, págs. 681-687. 1999.
- KHALFAN, Malik *et al.* - *Application of Kanban in the UK Construction Industry by Public Sector Clients* in the Proceedings 16th IGLC, Inglaterra, págs. 347-357. 2008.
- KIM, D.; PARK, H. *et al.* - *Innovative Construction Management Method: Assessment of Lean Construction Implementation*. KSCE Journal of Civil Engineering, Volume 10, n° 6, págs.381-388. 2006.
- KOSKELA, Lauri - *Making Do - The Eighth Category of Waste* in Proceedings of the 12th IGLC. 2004.
- KOSKELA, L. e VRIJHOEF, R. - *Is the Current Theory of Construction A Hindrance to Innovation?* Journal of Building Research and Information, Volume 29, n°3, págs. 197-207. 2001.
- KOSKELA, L. *et al.* - *Towards Lean De-Sign Management* in Proceedings of the 5th IGLC, Australia, págs. 1-12. 1997.

- KOSKELA, L. *et al.* - *Design Management in Building Construction - From Theory to Practice*. Journal of Construction Research, Volume 3, nº1, págs. 1-16. 2002.
- KOSKELA, Lauri - *Application of the New Production Philosophy to Construction*. CIFE – Center for Integrated Facility Engineering, Technical Report, nº72, Stanford University. 1992.
- KOSKELA, Lauri - *An Exploration towards a Production Theory and Its Application to Construction*. D. Tech Thesis, Helsinki University of Technology, 2000. [Http://Www.inf.vtt.fi/pdf/publications/2000/p408.pdf](http://www.inf.vtt.fi/pdf/publications/2000/p408.pdf)
- KROGT, Roman *et al.* - *On Supporting Lean Methodologies Using Constraint-Based Scheduling*. Journal of Scheduling. Springer, 2009.
- KUPRENAS, J.; NASR, E. - *Cost Performance Comparison of Two Public Sector Project Procurement Techniques*. Journal of Management in Engineering, Volume 23, nº3, págs. 114-121. 2007.
- LARSON, Erik - *Partnering On Construction: A study of the relationship between partnering activities and project success*. IEEE Transactions on Engineering Management, Volume 44, nº2, págs. 188- 195. 1997.
- LEE, Sang *et al.* - *Dynamic Planning and Control Methodology for Strategic and Operational Construction Project Management*. Automation in Construction, Volume 15, págs. 84-97. Elsevier, 2006.
- LEONG, M.; TILLEY, P. - *A Lean Strategy To Performance Measurement - Reducing Waste By Measuring Next Customer Needs* in Proceedings of the 16th Annual Conference of IGLC, Inglaterra, págs. 757-767. 2008.
- Likert, Rensis – *A Technique for measurement of attitudes*. Archives of Psychology, 140, págs. 44-53, (1932).
- LIU, L.; YETTON, P. - *The Contingent Effects on Project Performance by Conduction Reviews and Deploying Project Management Offices*. IEEE Transactions on Engineering Management, Volume 54, nº4, págs. 789-799. 2007.
- LOVE, P. *et al.* - *Uncertainty Avoidance: Clients and Procurement Selection*. International Journal of Public Sector Management. 2008.
- LOVE, P. *et al.* - *Project Pathogens: The Anatomy of Omission Errors in Construction and Resource Engineering Project*. IEEE Transactions on Engineering Management, Volume 56, págs. 425-435. 2009.
- MATIAS, J.; CACHADINHA, N. - *Evaluating the Potential Benefits and Challenges of Lean Construction Adoption in the Portuguese Construction Industry: A Survey Study*. in Proceedings of the 18th IGLC. 2010.
- Matias, João – *Levantamento e Avaliação dos Potenciais Benefícios da Implementação de Lean Construction na Eliminação de Desperdícios na Construção Portuguesa*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Portugal. 2010.

- MILLER, Graham *et al.* - *Built Environment Procurement Practice: Impediments to Innovation and Opportunities for Changes*. Curtin University of Technology, Australia, 2009. <http://eprints.qut.edu.au/27114/> (07-07-2010).
- MINCHIN, R. Edward *et al.* - *Owners Respond - Preferences for Task Performance Delivery Systems and Quality Management*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 136, nº3, págs. 283-293. 2010.
- MISHRA, A.; SHAH, R - *In Union Lies Strength - Collaborative Competence in New Product Development and Its Performance Effects*. Journal of Operations Management, Volume 27, págs. 324-338. Elsevier, 2009.
- MOSSMAN, Alan - *Last Planner – Colaborative production planning, Colloborative program coordination*. Lean Construction UK Institute Publication. 2005. www.lci-uk.org (23-06-2010).
- MOSSMAN, Alan - *Creating Value: a Sufficient Way to Eliminate Waste in Lean Design and Lean Production*. Lean Construction Journal, págs. 13-23. 2009.
- MOSSMAN, Alan *et al.* - *Lean Project Delivery - Innovation in Integrated Design Delivery*. Draft for Architectural Engineering and Design Management Journal, Special issue on integrated design and development systems. 2010.
- MOURA, *et al.* - *Dealing With Cost and Time in the Portuguese Construction Industry*. Cib World Building Congress. 2007. <http://www.scribd.com/doc/33932024/Mossman-Ballard-Pasquire-2010-LPD-Innovation-in-Integrated-Design-Delivery-100516> (24-10-2010).
- NAARANOJA, M. e UDEN, L. - *Major Problems in Renovation Projects in Finland*. Building and Environment, Volume 42, págs. 852-859. Elsevier 2007.
- ODEH, A.; BATTATNEH, H. - *Causes of Construction Delay: Traditional Contracts*. International Journal of Project Management, Volume 20, págs. 67-73. Pergamon, 2002.
- Ordem dos Engenheiros - *Recomendações da Ordem dos Engenheiros para a redução de desvios de custos e de prazos nas empreitadas de Obras Públicas*, 2006. <http://www.ordeng.webside.pt> (22-07-2010).
- OWEN, Robert *et al.* - *Challenges for Integrated Design and Delivery Solutions*. Architectural Engineering and Design Management Journal, Volume 6, págs.233-240. 2010.
- PALANEESWARAN, Ekambaram *et al.* - *Client Satisfaction and Quality Management Systems in Contractor Organizations*. Journal of Building and Environment, Volume 41, págs. 1557-1570. Elsevier, 2006.
- PARRISH, Kristin *et al.* - *Set Based Design: Case Study on Innovative Hospital Design* in the Proceedings of the 16th IGLC, Inglaterra, págs. 413-424. 2008.
- PERKINS, Robert - *Sources of Changes in Design-Build Contracts for a Governmental Owner*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 135, nº7, págs. 588-593. 2009.
- PICCHI, F.; GRANJA, A. - *Construction Sites: Using Lean Principles to Seek Broader Implementations* in the Proceedings of 12th IGLC, Copenhagen. 2004.

- PINTO, Jefferey *et al.* - *Trust in Project: an Empirical Assessment of Owner/Contractor Relationships*. International Journal Project Management, Volume 27, págs. 638-648. Elsevier, 2009.
- PINTO, João Paulo - *Lean Thinking - Criar Valor Eliminando Desperdício*. Publicações da Comunidade Lean Thinking.
http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/Joao%20Pinto%20Introducao%20ao%20Lean%20Thinking.pdf (08-09-2010)
- POLAT, G.; BALLARD, G. - *Waste in Turkish Construction: Need for Lean Construction Techniques* in the Proceedings 12th International Group of Lean Construction Congress. Dinamarca, págs.488-501. 2004.
- PUERTO, Carla *et al.* - *Comparative Analysis of Owner Goals for Design/Build Projects*. Journal of Management in Engineering, Volume 24, nº 1, págs. 32-39. 2008.
- RAHMAN, Motiar *et al.* - *Building a Relational Contracting Culture and Integrated Teams*. Canadian Journal of Civil Engineering, Volume 34, nº1, págs. 75-88. 2007.
- RAHMAN, M.; KUMARASWARNY, M. - *Joint Risk Management through Transitionally Efficient Relational Contracting*. Constrution Management and Economics, Volume 20, págs.45-54. 2002.
- ROWLINSON, S.; CHEUNG, W. - *A Review of the Concepts and Definitions of the Various Forms of Relational Contracting*. International Symposium of the Cib W92 on Procurement Systems, Índia. 2004.
- RYBKOWSKI, Z.; BALLARD, G. - *Using The “Five Whys” As A Decision-Making Framework For Evidence-Based Design* in Proceedings for the 16th IGLC, Inglaterra. 2007.
- SACKS, Rafael *et al.* - *Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 136, nº 9, págs.968-980. 2010.
- SALEM, Ossama *et al.* - *Lean Construction: From Theory to Implementation*. Journal of Management in Engineering, Volume 22, nº 4, págs. 168-175. 2006.
- SHUQUAN, L.; KONGGUO, Z. - *Research on Multi-Objective Optimization of Lean Construction Project*. International Conference on Multimedia and Information Technology, págs. 480-483. 2008.
- SMYTH, Hedley *et al.* - *The Value of Trust in Project Business*. International Journal of Project Management, Volume 28, págs. 117-129. Elsevier, 2010.
- SONG, Lingguang *et al.* - *Early Contractor Involvement in Design and Its Impact on Construction Schedule Performance*. Journal of Management in Engineering, Volume 25, nº 1, págs. 12-20. 2009.
- SWEIS, Ghaleb *et al.* - *Delays in Construction Projects: The Case of Jordan*. International Journal of Project Management, Volume 6, nº6, págs.665-674. Elsevier, 2008.

- TAM, Vivian *et al.* - *Towards Adoption of Prefabrication in Construction*. Building and Environment, Volume 42, págs. 3642–3654. Elsevier, 2007.
- Teixeira, José *et al.* - *Análise Das Causas Do Incumprimento Dos Prazos, Dos Custos E Da Segurança Na Construção*. Relatório De Progresso N. ° 1, Project Sapiens N. ° 47625, FCT – Fundação Para a Ciência e Tecnologia, 2005.
- TROMMELEIN, Iris – “*Poka Yoke*” or *Quality by Mistake Proofing Design and Construction Systems* in Proceedings of 16th IGLC, Reino Unido, págs. 195-205. 2008.
- TONI, A.; MANEGHETTI, A. - *Traditional and Innovative Paths towards Time-Based Competition*. International Journal of Production Economics, Volume 66, págs. 255-268. Elsevier, 2000.
- TRIBUNAL DE CONTAS. *Auditoria A Empreendimentos De Obras Públicas Por Gestão Directa*, 2009. <http://Www.Tcontas.Pt/> (08-06-2010)
- VANSANT, Corwin - *Things You Always Wanted To Know About Construction Management But Didn't Ask*. Engineering Management Review, IEEE, Volume 2 , nº2, págs. 48-50. 1974.
- VENNSTROM, Anders - *The Construction Client as a Change Agent- Contextual Support and Obstacles*. Doctoral Thesis, Lulea University of Technology. 2008.
- VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L. - *Revisiting the Three Peculiarities of Production in Construction* in the Proceedings Of the 13th IGLC, Australia, págs. 19-27. 2005.
- Vicente, Paula *et al.* – *Sondagens – A amostragem como factor decisivo de qualidade*. Edições Sílabo, 2001.
- WOMACK, J.; JONES, D. - *Beyond Toyota: How to Root out Waste and Pursue Perfection*. Harvard Business Review. 1996.
- WOMACK, James *et al.* - *The Machine That Changed the World*. EUA. HarperPerennial, 1990.
- XIAOZHONG, Y.; HAISHUANG, L. - *The Fuzzy Comprehensive Evaluation of Stakeholder's Satisfaction in Construction Project*. International Conference on Computers & Industrial Engineering, págs. 1137-1142. 2009.
- YIU, T. ; CHEUNG, S. - *Behavioral Transition: Framework for the Construction Conflict - Tension Relationship*. Transactions on Engineering Management, Volume 34, nº3, págs. 498-505. 2007.

ANEXOS

Questionário – Donos de Obra Públicos

1. Objectivo da entrevista

A entrevista visa a recolher informação sobre os principais motivos de desperdícios (causas de atrasos e custos não previstos) ocorridos ao longo de todo o processo de execução de uma empreitada, em projetos realizados nos últimos 5 anos.

2. Metodologia implícita na entrevista

A entrevista está dividida em várias partes, cada uma correspondente a uma diferente fase de todo o processo de execução e exploração de um projeto:

- Design/concepção do projeto e preparação de concurso
- Fase de concurso/adjudicação
- Fase de preparação de obra

Em cada grupo de questões, são feitas perguntas que pretendem avaliar, na perspectiva do Dono de Obra, custos e atrasos relacionados com:

- Concepção (*Design*)
- Colaboração
- Contratação
- Instalação
- Aspectos comportamentais
- Planeamento/controlo de produção e processos
- Gestão

Existem questões que usam uma escala likert como forma de quantificar o impacto/gravidade de cada ocorrência e questões abertas, que pretendem dar mais espaço ao entrevistado para explicar a sua percepção da realidade.

3. Confidencialidade

Todas as informações fornecidas pelos entrevistados são estritamente confidenciais. Os dados recolhidos destinam-se unicamente a fins estatísticos e serão apresentados de forma agregada. A identificação individual das pessoas e empresas envolvidas no estudo não será possível.

4. Utilidade e enquadramento dos estudos

Os estudos surgem no seguimento do trabalho desenvolvido pela equipa de investigação orientada pelo Professor Dr. Nuno Cachadinha nas áreas de Lean Construction (uma filosofia de produção) e de BIM – Building Information Modeling (uma ferramenta informática de interoperabilidade).

Os estudos têm como objectivo tipificar as causas de atrasos e custos não previstos em empreitadas portuguesas, na perspectiva do Projetista, e relacionar essas causas com potenciais benefícios na utilização da filosofia de produção Lean Construction e da ferramenta BIM, encontrando potenciais áreas de implantação/optimização nas metodologias usadas na indústria portuguesa.

1. Informação geral do entrevistado

1.1- Nome

1.2- E-mail

1.3- Há quanto tempo trabalho no Município?

1.4- Funções que desempenha:

1.5- Há quanto tempo desempenha essas funções no Município?

2. Informação da Câmara Municipal

2.1- Nome da Câmara Municipal:

3. Fase de concepção do projeto (*design*) e preparação de concurso

3.1- De acordo com a escala apresentada, classifique o prazo imposto pela Câmara Municipal para a concepção do projeto apresentado?

Valor da escala	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/Não responde	Muito pouco tempo	Pouco tempo	O tempo suficiente (Adequado)	Algum tempo	Muito tempo

DO – Públicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

3.2- De acordo com a escala de frequência proposta, diga com que frequência cada “método” apresentado é utilizado pelo Dono de Obra para transmitir ao projetista as especificações requeridas/desejadas para a empreitada. (muito utilizado vs pouco utilizado)

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/Não responde	Muito poucas Vezes	Poucas Vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

Diga ainda, quais os três factores que considera mais importantes serem bem definidos, por ordem decrescente de importância (do mais importante (1) para o terceiro mais importante (3)).

	Escala de frequência (Muito usado (5) vs Pouco usado (1))	Ranking (os 3 mais importantes)
- Especificação da forma e função de cada divisão (especificações arquitectónicas)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Especificação dos materiais/acabamentos a utilizar em cada divisão	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Especificação do custo desejado/limite	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Especificação do comportamento ambiental desejado	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Especificação do tipo de manutenção desejado	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Especificação do tempo disponível para a construção	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Outros, quais? <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

3.3-Da lista seguinte e de acordo com as escalas propostas, diga a frequência de utilização de cada um dos seguintes elementos na construção.

Valor da escala de frequência de utilização	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas Vezes	Poucas Vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

Sistema utilizado	Escala relativa à frequência de utilização (Muito aplicado(5) vs Menos aplicado(1))
- Utilização de elementos pré-fabricados (paredes divisórias po ex.)	<input type="text"/>

- Utilização de elementos “make-ready” (elementos pré-assemblados/montados ou elementos da rede eléctrica e AVAC por ex.)	<input type="checkbox"/>
- Sistemas de construção que possam ser considerados inovadores (novos no mercado/ não estandardizados/ outros)	<input type="checkbox"/>
- Repetição do mesmo tipo de soluções construtivas ao longo da obra	<input type="checkbox"/>
- Utilização do mesmo tipo de materiais, para a mesma solução, ao longo da obra?	<input type="checkbox"/>
- Uso de técnicas utilizadas/comuns no local de construção (condicionantes geográficas)	<input type="checkbox"/>
- Uso de materiais existentes no local de construção (uso do mercado local)	<input type="checkbox"/>

3.4-De que forma vê a relação com os projetistas (Gab. Projeto), com o Empreiteiro geral e com o Gestor de projeto? (Escolher uma ou várias opções para cada interveniente)

Tipo de relação	Projetistas	Gestor de Projeto	Empreiteiro Geral
- Como uma extensão da sua empresa (arm's Lenght)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Parceria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Próxima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- De igualdade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Profissional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Distante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Adversarial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Fase de concurso

4.1-Classifique as causas abaixo referidas para atrasos na elaboração da documentação de concurso, de acordo com as escalas apresentadas em relação à sua taxa de ocorrência e importância (factor de impacto na gravidade do atraso).

Factor de impacto para a importância

Valor da escala de importância	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Nada importante	Pouco importante	Neutro	Alguma importância	Muito importante

Factor de impacto para a Frequência:

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas Veze	Poucas Veze	Neutro	Algumas veze	Muitas veze

	Frequência	Importância
- Interação/relação com os vários intervenientes (quaisquer que eles sejam)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Elaboração dos estudos técnicos necessários ao projeto	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Morosidade na resposta aos pedidos de informação (RFI's), clarificação dos projetos e revisões	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Morosidade da resposta à aprovação e alterações de materiais	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Atrasos nos pagamentos	<input type="text"/>	<input type="text"/>

4.2-Das causas abaixo referidas, classifique de acordo com a escala proposta, a taxa de ocorrência de pedidos de esclarecimento/informações (RFI's), em cada uma das áreas indicadas.

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas veze	Poucas Veze	Neutro	Algumas veze	Muitas veze

Causa	Escala
- Documentação a apresentar por parte do Empreiteiro ao Dono de Obra	<input type="text"/>
- Quantidades no articulado	<input type="text"/>
- Especificações de materiais	<input type="text"/>
- Trabalhos necessários não incluídos no projeto	<input type="text"/>

- Materiais necessários não incluídos no articulado	<input type="text"/>
- Outros, quais?	<input type="text"/>

4.3-Na sua experiência dos últimos 5 anos, considerando a fase de concurso e para a “escala” de projeto apresentadas, diga quantos pedidos de esclarecimento/ informação existem, em média, por projeto e para cada um dos empreiteiros candidatos?

“Classe” de projeto	Até 1M€	Entre 1M€ e 5M€	Entre 5M€ e 10M€	Entre 10M€ e 25M€	Entre 25M€ e 50M€	Superior a 50M€
Nº de pedidos de esclarecimento	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

4.4-Genericamente e na fase de concurso, quanto tempo em média é necessário para responder a um pedido de informação?

4.5-Genericamente e na fase de concurso, quantos pedidos, em média (percentualmente), não são satisfeitos à primeira? %

4.6-De acordo com a escala da pergunta anterior, classifique com que frequência os seguintes aspectos são contemplados no contrato celebrado entre o Dono de Obra e o Empreiteiro.

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/Não responde	Muito poucas vezes	Poucas vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

Especificação do contrato	Escala de frequência (Muito utilizados (5) vs Pouco utilizados(1))
Contratos de compromisso e objectivos comuns	<input type="text"/>
Mecanismos que orientem a resolução de conflitos	<input type="text"/>
Objectivos definidos de ganhos a atingir (custos e/ou produtividade)	<input type="text"/>
Forma de partilha dos ganhos/poupanças conseguidos	<input type="text"/>

4.7-De acordo com a sua experiência diga se o método de selecção e adjudicação aos construtores/empreiteiros que apresentam a proposta de valor mais baixo tem influência nos seguintes elementos:

Valor da escala de importância	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/Não responde	Muito pouca influência	Pouca influência	Neutro	Alguma influência	Muita influência

	Escala atribuída (Muita influência (5) vs Muito pouca influência (1))	
- Erros durante a construção		
- Atrasos na construção		
- Sobrecusto da construção (derrapagens)		

5. Preparação e acompanhamento de obra

5.1 Assumindo que a segurança é um factor crucial em qualquer projeto, quais são, das seguintes hipóteses, as três mais importantes (sendo 1-“primeira mais importante”, 2-“segunda mais importante”, 3-“terceira mais importante”)?

	Ordem de importância	
- Custos		
- Prazos		
- Qualidade		
- Criação de valor		
- Comportamento ambiental		
- Valor comercial final		
- Satisfação das expectativas do utilizador final		

5.2-De acordo com a escala de frequência proposta, diga se na fase de preparação de obra, são normalmente conduzidas reuniões de “team-building”?

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas vezes	Poucas vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

Escala atribuída			
------------------	--	--	--

5.3-De acordo com a escala de frequência anterior, diga se no início do planeamento/execução são identificadas, entre o Dono de Obra e o Construtor, potenciais áreas de conflito/problemas ao longo do projeto (actividades com maior risco/incerteza)?

Escala atribuída		
------------------	--	--

5.4-Que métodos de planeamento são usados e classifique relativamente à sua importância?

Valor da escala de importância	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito pouco importante	Pouco importante	Neutro	Alguma importância	Muito importante

	Sim	Não	Importância (Muito importante (5) vs Pouco importante (1))		
- Caminho crítico (CPM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
- Last planner e PPC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
- Antevisão semanal, a três semanas ou a um mês	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
- Entregas de material <i>JIT (Just in time)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
- PERT ou outros métodos estocásticos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
- Outros, quais?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

5.5-Classifique de acordo com a escala apresentada as áreas/especialidades que mais são alvo de pedidos de alterações ao projeto por parte do Empreiteiro durante a fase de preparação e acompanhamento de obra.

Valor da escala ocorrência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas vezes	Poucas vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

Área/Especialidade relacionada com o pedido de alteração	Escala de ocorrência
- Estrutura	
- “Envelope” (soluções e materiais da envolvente do edifício)	
- Interiores (soluções e materiais respeitantes ao interior do edifício)	
- Redes	
Outros, quais?	

5.6-Da seguinte lista de causas para atrasos na construção e de acordo com a escala proposta diga a frequência com que ocorrem.

Diga ainda se esses motivos dão origem a atrasos significativos na execução da empreitada (impacto no tempo), o impacto no dinheiro gasto pelo Dono de Obra.

Valor da escala frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas vezes	Poucas Vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

Valor de impacto no TEMPO	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito pouco tempo	Pouco tempo	Neutro (igual)	Mais tempo	Muito mais tempo

Valor de impacto no CUSTO TOTAL	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito pouco custo	Pouco custo	Neutro (igual)	Mais custo	Muito mais custo

Causa	Escala de frequência (Muito frequente (5) vs Menos frequente (1))	Tempo perdido (Mais tempo (5) vs Pouco tempo(1))	Dinheiro dispendido (Mais custo (5) vs Pouco Custo(1))
- Retrabalho devido a mudanças no projeto ordenadas pelo Dono Obra	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Existência de contradições entre documentos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Atrasos na aprovação de desenhos por parte do Dono Obra	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Atrasos no transporte e aplicação de equipamentos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Escassez de equipas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Planeamento irrealista	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Escassez de equipamentos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Ordens de alteração frequentes durante o processo construtivo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Falta de tempo/sobrecarga de trabalho dos projetistas durante a fase de concepção e construção	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- Falta de informações sobre tipo e dimensões de materiais	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Atrasos no fornecimento de material	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Receção de material que não corresponde totalmente ao especificado em projeto e que tem que ser substituído	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Interacção entre os vários intervenientes	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Retrabalhos devido a erros dos trabalhadores	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Acidentes de trabalho	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Cash flow irregular	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Meteorologia	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Burocracia	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Condições no local imprevisíveis (solo por ex.)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Atraso na comunicação das ordens de alteração pelo dono de obra	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Outras, quais? <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5.7- Na fase de execução de obra, quantos pedidos de informação/esclarecimento existem, em média, por projeto?

"Classe" de projeto	Até 1M€	Entre 1M€ e 5M€	Entre 5M€ e 10M€	Entre 10M€ e 25M€	Entre 25M€ e 50M€	Superior a 50M€
Nº Pedidos						
Menos de 50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entre 50 e 100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entre 100 e 150	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entre 150 e 200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mais de 200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.8- Na fase de execução de obra, quanto tempo, em média, é necessário para executar um pedido de informação?

Menos de 15 minutos	<input type="checkbox"/>
Entre 15 e 30 minutos	<input type="checkbox"/>
Entre 30 e 45 minutos	<input type="checkbox"/>
Entre 30 e 45 minutos	<input type="checkbox"/>
Mais de 60 minutos	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>

5.9-Tendo em conta todas as obras concluídas nos últimos 5 anos, qual a percentagem de obras em que o custo total foi inferior ou igual ao orçamento previsto?

5.10-Tendo em conta todas as obras concluídas no ultimo ano, qual a percentagem de obras concluídas dentro do prazo previsto inicialmente?

Muito obrigado pela sua participação!

Guião de entrevista – Donos de Obra e Projetistas

1. Objectivo da entrevista

A entrevista visa a recolher informação sobre os principais motivos de desperdícios (causas de atrasos e custos não previstos) ocorridos ao longo de todo o processo de execução de uma empreitada, em projetos realizados nos últimos 5 anos.

2. Metodologia implícita na entrevista

A entrevista está dividida em várias partes, cada uma correspondente a uma diferente fase de todo o processo de execução e exploração de um projeto:

- Design/concepção do projeto e preparação de concurso
- Fase de concurso/adjudicação
- Fase de preparação de obra

Em cada grupo de questões, são feitas perguntas que pretendem avaliar, na perspectiva do Dono de Obra, custos e atrasos relacionados com:

- Concepção (*Design*)
- Colaboração
- Contratação
- Instalação
- Aspectos comportamentais
- Planeamento/controlo de produção e processos
- Gestão

Existem questões que usam uma escala likert como forma de quantificar o impacto/gravidade de cada ocorrência e questões abertas, que pretendem dar mais espaço ao entrevistado para explicar a sua percepção da realidade.

3. Confidencialidade

Todas as informações fornecidas pelos entrevistados são estritamente confidenciais. Os dados recolhidos destinam-se unicamente a fins estatísticos e serão apresentados de forma agregada. A identificação individual das pessoas e empresas envolvidas no estudo não será possível.

4. Utilidade e enquadramento dos estudos

Os estudos surgem no seguimento do trabalho desenvolvido pela equipa de investigação orientada pelo Professor Dr. Nuno Cachadinha nas áreas de Lean Construction (uma filosofia de produção) e de BIM – Building Information Modeling (uma ferramenta informática de interoperabilidade).

Os estudos têm como objectivo tipificar as causas de atrasos e custos não previstos em empreitadas portuguesas, na perspectiva do Dono de Obra, e relacionar essas causas com potenciais benefícios na utilização da filosofia de produção Lean Construction e da ferramenta BIM, encontrando potenciais áreas de implantação/optimização nas metodologias usadas na indústria portuguesa.

1. Informação geral do entrevistado

1.1-Nome:

1.2-Email:

1.3-Há quando tempo está na empresa?

1.4-Funções que desempenha:

1.5-Há quanto tempo desempenha essas funções na empresa?

2. Informação da Empresa

2.1-Nome da empresa :

2.2-Das seguintes áreas, qual a distribuição de projetos realizados pela Empresa/Câmara Municipal.

Áreas	Percentagem %
- Obras de arte (pontes, barragens, viadutos, túneis, estádios, etc.)	<input type="text"/>
- Vias de comunicação rodoviárias, ferroviárias e infra-estruturas portuárias e aeroportos	<input type="text"/>
- Empreendimentos turísticos, comerciais e edifícios administrativos	<input type="text"/>
- Empreendimentos residenciais públicos	<input type="text"/>
- Empreendimentos residenciais privados	<input type="text"/>

- Outras obras públicas (escolas, hospitais, arranjos exteriores, infra-estruturas hidráulicas, gás, telefone, electricidade, tv cabo, complexos desportivos, etc.)

2.3-Anualmente em quantos projetos, aproximadamente, está a empresa envolvida?

2.4-Em media qual a duração de execução de cada projeto?

2.5-Tendo em conta todas as obras concluídas nos últimos 5 anos, qual a percentagem de obras em que o custo total foi inferior ou igual ao orçamento previsto?

2.6-Tendo em conta todas as obras concluídas no ultimo ano, qual a percentagem de obras concluídas dentro do prazo previsto inicialmente?

3. Fase de concepção do projeto e preparação de concurso

3.1 - Um projeto singular é normalmente endossado a apenas um ou a diferentes gabinetes de projeto em simultâneo? (Um mesmo empreendimento subdividido entre vários Gab. Projetos) ☐ SIM ☐ NÃO

3.2 - Normalmente um Dono de Obra recorre aos serviços do mesmo Gab. Projeto para os seus vários empreendimentos? ☐ SIM ☐ NÃO

3.3 - (PERGUNTA SÓ PARA GAB. PROJ.)

3.4 - De acordo com a escala apresentada, classifique o prazo imposto pelo Dono de Obra para a concepção do projeto apresentado?

Valor da escala	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/Não responde	Muito pouco tempo	Pouco tempo	O tempo suficiente (Adequado)	Algum tempo	Muito tempo

DO – Públicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DO – Privados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.5 – Na sua opinião, são utilizadas soluções construtivas normalmente já usadas antes (reciclagem de trabalho e não preparação de planos de raiz para o projeto)? Em média, que percentagem?

 %

3.6 - De acordo com a escala de frequência proposta, diga com que frequência cada “método” apresentado é utilizado pelo Dono de Obra para transmitir ao projetista as especificações requeridas/desejadas para a empreitada. (muito utilizado vrs pouco utilizado)

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas Veze	Poucas Veze	Neutro	Algumas veze	Muitas veze

Diga ainda, quais os três factores que considera mais importantes serem bem definidos, por ordem decrescente de importância (do mais importante (1) para o terceiro mais importante (3)).

	Escala de frequência (Muito usado (5) vs Pouco usado(1))	Ranking (os 3 mais importantes)
- Especificação da forma e função de cada divisão (especificações arquitectónicas)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Especificação dos materiais/acabamentos a utilizar em cada divisão	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Especificação do custo desejado/limite	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Especificação do comportamento ambiental desejado	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Especificação do tipo de manutenção desejado	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Especificação do tempo disponível para a construção	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Outros, quais? <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

3.7 - Da lista seguinte e de acordo com as escalas proostas, diga a frequência de utilização de cada um dos seguintes elementos nos projetos em que participa.

Valor da escala de frequência de utilização	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas Veze	Poucas Veze	Neutro	Algumas veze	Muitas veze

Sistema utilizado	Escala relativa à taxa de
-------------------	---------------------------

	utilização (Muito aplicado(5) vs Menos aplicado(1))
- Utilização de elementos pré-fabricados (paredes divisórias po ex.)	<input type="text"/>
- Utilização de elementos “make-ready” (elementos preassemblados/montados ou elementos da rede eléctrica e AVAC por ex.)	<input type="text"/>
- Sistemas de construção que possam ser considerados inovadores (novos no mercado/ não estandardizados/ outros)	<input type="text"/>
- Repetição do mesmo tipo de soluções construtivas ao longo da obra	<input type="text"/>
- Utilização do mesmo tipo de materiais, para a mesma solução, ao longo da obra?	<input type="text"/>
- Uso de técnicas utilizadas/comuns no local de construção (condicionantes geográficas)	<input type="text"/>
- Uso de materiais existentes no local de construção (uso do mercado local)	<input type="text"/>
- Outras, quais? <input type="text"/>	<input type="text"/>

3.8 - De que forma vê a relação com os projetistas (Gab. Projeto), com o Empreiteiro geral e com o Gestor de projeto? (Escolher uma ou várias opções para cada interveniente)

Tipo de relação	Projetistas	Gestor de Projeto	Empreiteiro Geral
- Como uma extensão da sua empresa (arm's Lenght)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Parceria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Próxima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- De igualdade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Profissional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Distante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Adversarial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.9 – (Apenas para Projetistas) O seu Gabinete da projeto usa a colaboração de consultores externos (Termica, Eatática, outros)?

4. Fase de concurso

4.1-Classifique as causas abaixo referidas para atrasos na elaboração da documentação de concurso, de acordo com as escalas apresentadas em relação à sua taxa de ocorrência e importância (factor de impacto na gravidade do atraso).

Valor da escala de importância	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Nada importante	Pouco importante	Neutro	Alguma importância	Muito importante

Factor de impacto para a Frequência:

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas Veze	Poucas Veze	Neutro	Algumas veze	Muitas veze

Causa	Frequência	Importância
- Interação/relação do projetista com os vários intervenientes (quaisquer que eles sejam);	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Elaboração dos estudos técnicos necessários ao projeto;	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Morosidade na resposta aos pedidos de informação (RFI's), clarificação dos projetos e revisões;	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Morosidade da resposta à aprovação e alterações de materiais;	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Pagamentos;	<input type="text"/>	<input type="text"/>

4.2-Das causas abaixo referidas, classifique de acordo com a escala proposta, a taxa de ocorrência de cada pedido de esclarecimento/informações (RFI's) em cada uma das áreas indicadas.

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas vezes	Poucas Vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

Causa	Escala
- Documentação a apresentar por parte do empreiteiro ao Dono de Obra	<input type="text"/>
- Quantidades no articulado	<input type="text"/>
- Especificações de materiais	<input type="text"/>
- Trabalhos necessários não incluídos no projeto	<input type="text"/>
- Materiais necessários não incluídos no articulado	<input type="text"/>
- Materiais necessários não incluídos no articulado	<input type="text"/>
- Outros, quais? <input type="text"/>	<input type="text"/>

4.3-Na sua experiência dos últimos 5 anos, considerando a fase de concurso e para a “escala” de projeto apresentadas, diga quantos pedidos de esclarecimento/ informação existem, em média, por projeto e para cada um dos empreiteiros candidatos?

“Classe” de projeto	Até 1M€	Entre 1M€ e 5M€	Entre 5M€ e 10M€	Entre 10M€ e 25M€	Entre 25M€ e 50M€	Superior a 50M€
Nº de pedidos de esclarecimento	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

4.4-Genericamente e na fase de concurso, quanto tempo em média é necessário para responder a um pedido de informação?

4.5-Genericamente e na fase de concurso, quantos pedidos, em média (percentualmente), não são satisfeitos à primeira? %

4.6 - RELATIVAMENTE AO CONTRACTO

Classifique, de acordo com a escala apresentada, o número de vezes que cada modalidade de contracto é celebrada entre o Dono de Obra e o Empreiteiro Geral, e diga, para cada um, a taxa de ocorrência de disputas associada (percepção da quantidade de disputas para cada modalidade de contracto).

Valor da escala de frequência para a	0	1	2	3	4	5
--------------------------------------	---	---	---	---	---	---

ocorrência de disputas						
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas vezes	Poucas Vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

4.6.1 - (Apenas a DO) Tipo de contrato celebrado e relação com a ocorrência de disputas.

Tipo de contrato	Frequência na utilização de cada tipo de contrato	Frequência relativa à ocorrência de disputas
Construção	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Construção e exploração	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Concepção e construção	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Concepção, construção e exploração	<input type="text"/>	<input type="text"/>

4.6.2 – (Apenas a DO) De acordo com a escala da pergunta anterior, classifique com que frequência os seguintes aspectos são contemplados no contrato celebrado entre o Dono de Obra.

Para cada aspecto, diga ainda o impacto de cada um tem na prevenção de situações de disputa de acordo com a escala apresentada em baixo.

Valor da escala de frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/Não responde	Nada importante	Pouco importante	Neutro	Alguma importância	Muita importância

Especificação do contrato	Escala de frequência (Muito utilizados (5) vs Pouco utilizados(1))	Importância relativa à prevenção de disputas (Muito importante(5) vs Pouco importante (1))
Contratos de compromisso e objectivos comuns	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mecanismos que orientem a resolução de conflitos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Objectivos definidos de ganhos a atingir (custos e produtividade)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Forma de partilha dos ganhos conseguidos	<input type="text"/>	<input type="text"/>

4.7 - De acordo com a escala de frequência anterior, diga se são habitualmente as propostas de valor mais baixo as que ganham as obras em que participa?

Escala atribuída	<input type="text"/>
------------------	----------------------

4.8 - De acordo com a sua experiência e com a escala de frequência anterior, diga se acha que este método de selecção e adjudicação dos construtores/empreiteiros (adjudicação ao orçamento mais baixo) tem influência nos seguintes elementos:

	Escala atribuída (Muita influência (5) vs Pouca influência(1))	
- Erros durante a construção	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Atrasos na construção	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Sobrecusto da construção (derrapagens)	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5. Preparação e acompanhamento de obra

5.1 - Assumindo que a segurança é um factor crucial em qualquer projeto, quais são, das seguintes hipóteses, as três mais importantes (sendo 1-“primeira mais importante”, 2-“segunda mais importante”, 3-“terceira mais importante”)?

	Ordem de importância	
- Custos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Prazos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Qualidade	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Criação de valor	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Comportamento ambiental	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Valor comercial final	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Satisfação das expectativas do utilizador final	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5.2-De acordo com a escala de frequência anterior, diga se na fase de preparação de obra, são normalmente conduzidas reuniões de “team-building”?

Escala atribuída	<input type="text"/>
------------------	----------------------

5.3-De acordo com a escala de frequência anterior, diga se no início do planeamento/execução são identificadas potenciais áreas de conflito/problemas ao longo do projeto (actividades com maior risco/incerteza)?

Escala atribuída	<input type="text"/>
------------------	----------------------

5.4 - (Apenas a DO) Que tipo de métodos de planeamento são usados e classifique relativamente à sua importância?

Valor da escala de importância	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito pouco importante	Pouco importante	Neutro	Alguma importância	Muito importante

	Sim	Não	Importância (Muito importante (5) vs Pouco importante (1))
- Caminho crítico (CPM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Last planner e PPC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Antevisão semanal, a três semanas ou a um mês	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Entregas de material <i>JIT</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- PERT ou outros métodos estocásticos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
- Outros, quais?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

5.5 - Classifique de acordo com a escala apresentada as áreas que mais são alvo de pedidos de alterações ao projeto durante a fase de preparação e acompanhamento de obra.

Valor da escala ocorrência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas vezes	Poucas Vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

Área/Especialidade relacionada com o pedido de alteração	Escala de ocorrência
- Estrutura	
- “Envelope” (soluções e materiais da envolvente do edifício)	
- Interiores (soluções e materiais respeitantes ao interior do edifício)	
- Redes	
Outros, quais?	

NOTA: Este quadro já engloba as perguntas da tabela do guião de entrevista para os projetistas

5.6 – Da seguinte lista de causas para atrasos na construção e de acordo com a escala proposta diga a frequência com que ocorrem.

Diga ainda se esses motivos dão origem a atrasos significativos na execução da empreitada (impacto no tempo), e o impacto no dinheiro gasto pelo Dono de Obra.

Valor da escala frequência	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito poucas vezes	Poucas Vezes	Neutro	Algumas vezes	Muitas vezes

Valor de impacto no TEMPO	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito menos tempo	Menos tempo	Neutro (igual)	Mais tempo	Muito mais tempo

Valor de impacto no CUSTO TOTAL	0	1	2	3	4	5
Descrição	Não sabe/ Não responde	Muito menos custo	Menos custo	Neutro (igual)	Mais custo	Muito mais custo

Causa	Escala de frequência (Muito frequente (5) vs Menos frequente(1))	Tempo perdido (Mais tempo(5) vs Pouco tempo(1))	Dinheiro dispendido (Mais custo(5) vs Pouco Custo(1))
- Retrabalho devido a mudanças no projeto	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Existência de contradições entre documentos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Atrasos na aprovação de desenhos por parte do Dono de Obra	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Atrasos no transporte e aplicação de equipamentos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Escassez de equipas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Planeamento irrealista	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Escassez de equipamentos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Ordens de alteração frequentes durante o processo construtivo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Falta de tempo/sobrecarga de trabalho dos projetistas durante a fase de concepção e construção	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- Falta de informações sobre tipo e dimensões de materiais	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Atrasos no fornecimento de material	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Recepção de material que não corresponde totalmente ao especificado em projeto e que tem que ser substituído	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Interação entre os vários intervenientes	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Retrabalhos devido a erros dos trabalhadores	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Acidentes de trabalho	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Cash flow irregular	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Meteorologia	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Burocracia	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Condições no local imprevisíveis (solo por ex.)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Atraso na comunicação das ordens de alteração pelo dono de obra	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Outras, quais?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5.7 - (Apenas a DO) Na fase de execução de obra, quantos pedidos de informação/esclarecimento existem, em média, por projeto?

"Classe" de projeto	Até 1M€	Entre 1M€ e 5M€	Entre 5M€ e 10M€	Entre 10M€ e 25M€	Entre 25M€ e 50M€	Superior a 50M€
Nº Pedidos						
Menos de 50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entre 50 e 100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entre 100 e 150	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entre 150 e 200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mais de 200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.8 - (Apenas a DO) Na fase de execução de obra, quanto tempo, em média, é necessário para executar um pedido de informação?

Menos de 15 minutos	<input type="checkbox"/>
Entre 15 e 30 minutos	<input type="checkbox"/>
Entre 30 e 45 minutos	<input type="checkbox"/>
Entre 30 e 45 minutos	<input type="checkbox"/>
Mais de 60 minutos	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>

Muito obrigado pela sua participação!

